COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 DÉCEMBRE 1901.

PRÉSIDENCE DE M. FOUQUÉ.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les périodes des intégrales doubles*, Note de M. **Émile Picard**.

« Je me suis occupé, dans les *Comptes rendus* du 18 novembre, des périodes des intégrales doubles dans la théorie des fonctions algébriques de deux variables, et dans la dernière séance M. Poincaré a fait connaître les résultats auxquels il était parvenu dans l'étude de la connexion à deux dimensions des surfaces algébriques.

» Je désirerais présenter quelques remarques sur la nature des périodes des intégrales doubles que j'ai envisagées. Mon point de départ a été la considération de périodes particulières correspondant à des cycles linéaires

que laissent invariables certaines transformations. Renvoyant pour les notations à mon précédent article, j'ai été ainsi conduit à des périodes de la forme

$$(1) \qquad \sum_{i=1}^{i=s} m_i \int_{b_i}^{a} \Omega_i(y)\, dy \qquad (\text{les } m \text{ entiers}),$$

les Ω étant des fonctions parfaitement définies de y satisfaisant à l'identité

$$(2) \qquad \sum_{i=1}^{i=s} m_i \Omega_i(y) = 0.$$

Mon attention avait été ainsi portée sur certaines expressions de la forme (1), correspondant à une identité de la forme (2). La question se posait alors de savoir si *toutes* les expressions (1) [en supposant satisfaite l'identité (2)] étaient des périodes de l'intégrale double. J'ai répondu (*loc. cit*, § 4) qu'il *en est bien effectivement ainsi*, et j'ai annoncé qu'on pouvait construire un continuum fermé à deux dimensions conduisant, pour l'intégrale double prise le long de celui-ci, à l'expression générale (1). Je crois devoir donner, en le condensant, le raisonnement qui le prouve, tel qu'il se trouve dans un Chapitre depuis longtemps rédigé du second fascicule du Tome II de ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables*.

» En désignant par Ω'_1 l'intégrale de l'équation E relative au point b_1 envisagée au § 1, l'intégrale $m_1\Omega'_1(y)$ s'augmente, quand y décrit le lacet b_1, de

$$m_1\Omega_1(y).$$

Interprétons ce fait analytique au point de vue de la Géométrie de situation. Soient, d'une manière générale, sur la surface de Riemann, entre x et z,

$$f(x, y, z) = 0$$

correspondant à une valeur arbitraire de y, Γ_1 le contour correspondant à Ω_1 et Γ'_1 le contour correspondant à Ω'_1. Partons du contour $m_1\Gamma'_1$ pour $y = a$; la variation de y se produisant, ce contour se déplace en se déformant, et, quand y revient en a, on a le contour

$$m_1\Gamma'_1 + m_1\Gamma_1 \qquad (\text{pour } y = a).$$

Il est clair que, pendant la déformation, s'engendre ainsi une surface

ouverte avec le bord

$$m_1 \Gamma_1,$$

et la valeur de l'intégrale double correspondant à cette surface ouverte est

$$m_1 \int_{b_1}^{a} \Omega_1(y)\,dy.$$

De la même façon, les divers autres termes de la somme (1) correspondront à des surfaces avec les bords

$$m_2 \Gamma_2, \quad \ldots, \quad m_s \Gamma_s,$$

Γ_i ayant la signification analogue à Γ_1, quand b_i remplace b_1.

» Nous avons donc s surfaces ouvertes avec les s bords indiqués. D'autre part, pour y arbitraire, les s contours

$$m_1 \Gamma_1, \quad m_2 \Gamma_2, \quad \ldots, \quad m_s \Gamma_s$$

limitent sur la surface de Riemann f une portion P de la surface, d'après l'identité (2). Considérons en particulier la portion P_a sur la surface qui correspond à $y = a$: cette portion P_a, avec les s surfaces ouvertes considérées ci-dessus, forme une surface fermée qui est un cycle à deux dimensions, et la valeur de l'intégrale double sur ce cycle est précisément l'expression (1).

» Ainsi donc, nous avons bien avec les $N - 2p$ quantités désignées par A au § 4, $N - 2p$ périodes de l'intégrale double; ces combinaisons analytiques remarquables, pouvant se prêter à une étude approfondie, ont été pour moi le principal intérêt de ces recherches.

» Quant à la question de savoir si toutes les quantités A peuvent s'exprimer à l'aide des périodes particulières que j'avais d'abord considérées, j'ai cru longtemps avoir une démonstration rigoureuse de ce théorème que toutes les périodes se ramèneraient à ces périodes particulières; mais, quoique ce théorème reste pour moi très probable, j'y trouve maintenant quelques difficultés que je ne cherche pas à lever, la question ayant en réalité peu d'importance. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la culture du Trèfle dans des terres privées de calcaire.* Note de MM. **P.-P. Dehérain** et **E. Demoussy**.

« La création de prairies artificielles présente de tels avantages qu'il y a intérêt à savoir si elles peuvent être établies dans des sols qui n'en portent pas habituellement.

» Leur réussite est liée non seulement à l'aération du sol, à son humidité, à la présence d'aliments minéraux, conditions nécessaires à la vie de tous les végétaux, mais en outre à l'existence dans ces sols de bactéries capables de faire apparaître des nodosités sur les racines et d'assurer l'alimentation de la plante à l'aide de l'azote atmosphérique.

» Pendant les étés de 1900 et de 1901, nous avons cultivé du Trèfle dans deux terres différentes qui paraissaient peu aptes à en porter : une terre de bruyère et une terre de Bretagne provenant de l'altération du gneiss, l'une et l'autre privées de calcaire.

» Une première expérience a porté sur ces terres laissées sans aucune addition, afin de savoir si elles renfermaient des bactéries capables de symbiose avec le Trèfle.

» Nous avons ensuite ajouté aux terres de bruyère et de Bretagne des doses massives de carbonate de chaux, pour voir si ce changement profond dans la constitution du sol serait favorable au développement du Trèfle.

» Comme il n'était pas certain que les bactéries efficaces existassent dans ces terres, nous avons essayé de les introduire en mélangeant à la terre de bruyère et à la terre de Bretagne de fortes doses d'une terre de jardin où le Trèfle croît vigoureusement.

» Enfin, comme il était possible que les bactéries de la terre de jardin, habituées à un sol où le calcaire est abondant, ne pussent pas s'acclimater dans des terres où ce calcaire n'existait pas, nous avons ajouté, dans une quatrième série de cultures, à la fois du calcaire et de la terre de jardin.

» Toutes les expériences ont été faites en double; nous résumons brièvement nos observations dans les pages suivantes.

» Expériences de 1900 en terre de bruyère. — Cette terre, très chargée de débris végétaux, renfermait environ un centième de chaux presque entièrement à l'état de sulfate. Elle a été placée dans des pots qui pouvaient en contenir environ 3^{kg}; et, bien

qu'on y eût dosé 1gr,5 d'acide phosphorique par kilogramme, on a distribué uniformément à chaque pot 2gr de phosphate de potasse.

» *Terre de bruyère pure.* — Au début, la végétation est très languissante; pendant tout le mois de mai les pots sont mal garnis; puis tout à coup, au mois de juin, le Trèfle devient vigoureux et, le 18 juillet, au moment de la récolte, il commence à fleurir. On a recueilli, sur l'un des pots, 22gr,3 de Trèfle sec; sur l'autre, 14gr,5; en moyenne, 17gr,4.

» Les racines portent des nodosités formées d'un petit cylindre lilas, surmonté d'un pointement blanc; elles ne sont pas disposées sur toute la longueur de la racine, mais, le plus souvent, réunies en bouquets sur certains points, d'où elles divergent en éventail.

» La terre de bruyère renferme donc les germes de bactéries capables de symbiose avec le Trèfle.

» *Terre de bruyère additionnée de 20 centièmes de carbonate de chaux.* — Dès le début, le trèfle prend bonne apparence; les deux récoltes sont encore inégales; le 18 juillet, on obtient, d'un pot, 16gr,2 de trèfle sec; de l'autre, 24gr; la moyenne est de 20gr,6. L'addition de calcaire à la terre de bruyère n'a donc eu qu'une médiocre influence.

» Les nodosités qui couvrent les racines ont encore le plus souvent la forme de cylindres terminés par un pointement blanc, mais parfois le cylindre diminue de longueur et la nodosité se réduit au pointement blanc; on ne note plus la disposition en bouquets.

» *Terre de bruyère additionnée de $\frac{10}{100}$ de terre de jardin.* — La végétation est luxuriante, et les pots sont très bien garnis. On recueille, le 18 juillet, d'un des vases 29gr,5 de Trèfle sec, de l'autre 39gr,8, ou en moyenne 32gr,5.

» L'inoculation de la terre de bruyère avec la terre de jardin a donc été très efficace.

» Les racines très vigoureuses sont garnies de nodosités bien plus nombreuses que dans les cas précédents; ces nodosités présentent encore le même aspect, mais parfois le cylindre disparaît et le pointement blanc est fixé directement sur la racine.

» *Terre de bruyère additionnée de terre de jardin* (10 *pour* 100) *et de carbonate de chaux* (20 *pour* 100). — Le Trèfle se développe très bien; cependant les récoltes sont plus faibles que celles de la série précédente; on recueille 30gr,3 et 29gr,6 de Trèfle sec, soit 29gr,6 en moyenne. La dose massive de calcaire n'a pas exercé d'influence; la petite quantité de chaux apportée par la terre de jardin a paru suffisante pour créer un milieu favorable. Les nodosités sont un peu moins nombreuses que dans les vases précédents; elles sont plus petites et souvent réduites au pointement blanc.

» Nous donnons dans le Tableau ci-dessous les moyennes des deux coupes faites sur les vases d'expérience.

	Poids du Trèfle sec récolté en 1900.		
	Première coupe.	Seconde coupe.	Poids total.
	gr	gr	gr
Terre de bruyère sans addition...............	17,4	5,5	22,9
Terre de bruyère avec 20 centièmes de calcaire.	20,6	5,2	25,8

	Poids du Trèfle sec récolté en 1900.		
	Première coupe.	Seconde coupe.	Poids total.
	gr	gr	gr
Terre de bruyère avec 10 centièmes de terre de jardin...	32,6	8,6	41,2
Terre de bruyère, 10 centièmes de terre de jardin, 20 centièmes de calcaire..............	29,6	7,1	36,7

» D'où il apparaît nettement :

» 1° Que la terre de bruyère renferme les germes des bactéries propres à la symbiose avec le Trèfle ;

» 2° Que l'addition d'une dose massive de calcaire n'augmente la récolte que dans une faible proportion ;

» 3° Qu'au contraire l'apport d'une terre de jardin a été très efficace ; mais que cette efficacité a été moindre en présence d'une dose massive de calcaire.

» Culture du Trèfle dans la terre de Bretagne en 1901. — La terre sur laquelle nous avons opéré était absolument privée de calcaire ; elle convenait donc particulièrement bien pour voir si un sol semblable renfermait les germes des bactéries propres à la symbiose avec le Trèfle. Cette terre était en outre d'une excessive pauvreté en acide phosphorique, puisqu'on a dû renoncer à le doser ; aussi a-t-on ajouté dans chacun des pots, renfermant environ 5^{kg} de terre, 5^{gr} de phosphate de potasse, c'est-à-dire un millième.

» Comme les précédentes, les cultures ont été partagées en quatre séries : la première n'a reçu que du phosphate de potasse ; la seconde a reçu, outre ce sel, 10 centièmes de carbonate de chaux ; la troisième a été additionnée de 10 centièmes de terre de jardin, et la dernière à la fois de 10 centièmes de terre de jardin et de 10 centièmes de calcaire.

» Le Trèfle a été coupé à diverses époques et l'on a obtenu les poids suivants de matière sèche :

	Poids du Trèfle sec récolté	
	le 11 juin.	le 5 juillet.
	gr	gr
59. Terre de Bretagne sans addition..................	»	24,3
60. »	7	»
61. Terre de Bretagne avec 10 pour 100 de calcaire ...	»	40,7
62. »	15	»
63. Terre de Bretagne avec 10 pour 100 de terre de jardin.	17	»
64. »	»	30,0
65. Terre de Bretagne avec 10 pour 100 de terre de jardin et 10 pour 100 de calcaire	15	»
66. »	»	31,3

» Le vase 63 donne le 11 juin 17gr de récolte sèche au lieu de 7gr fournis par 60; il est bien à remarquer que la terre de jardin renferme 20 centièmes de calcaire, et que c'est peut-être à lui qu'est dû le surcroît constaté. En effet, l'addition du calcaire seul a exercé une influence décisive; il double la récolte le 11 juin et l'augmente encore très notablement le 5 juillet. Contrairement à ce que nous avons vu pour la terre de bruyère, l'inoculation avec la terre de jardin ne présente, pour la terre de Bretagne, aucune efficacité ; car si, le 11 juin, le vase 63 donne 17gr de Trèfle sec, au lieu de 15gr fournis par 62, qui n'a pas reçu de terre de jardin, 65, qui en a reçu, donne 15gr comme 62. C'est surtout, au reste, la récolte de 61 qui montre combien sont efficaces pour la culture du Trèfle les bactéries de la terre de Bretagne, puisque le 5 juillet sa récolte surpasse d'un tiers celles qu'ont données les vases qui ont reçu la terre de jardin.

» On a une nouvelle preuve de cette efficacité par la teneur en azote des récoltes obtenues. Le Trèfle qui a crû sur la terre de Bretagne sans autre addition que le phosphate de potasse accuse 3,90 et 3,02 d'azote pour 100 de matière sèche; celui des vases qui ont reçu la chaux donne 3,51 et 2,82; enfin l'inoculation avec la terre de jardin produit du Trèfle à 3,50 et 2,76 d'azote. Les teneurs en azote sont donc sensiblement les mêmes. Or nous avons montré, dans un Mémoire antérieur portant sur la culture du Lupin blanc, que lorsque les bactéries qui peuplent les nodosités sont peu efficaces, non seulement la croissance de la plante est faible, mais encore la teneur en azote de la matière sèche diminue sensiblement [1].

» En résumé, ces expériences nous fournissent deux exemples intéressants de l'influence qu'exercent sur les Légumineuses le *milieu* et l'*inoculation;* le Trèfle croît dans la terre de Bretagne aussitôt qu'on apporte du calcaire et des phosphates, c'est-à-dire aussitôt que le milieu devient favorable à sa végétation; il reste misérable, au contraire, dans la terre de bruyère, malgré la création d'un milieu favorable, tant que la terre de jardin n'apporte pas les bactéries efficaces. »

M. **Bouquet de la Grye**, en déposant sur le Bureau de l'Académie le Volume des *Comptes rendus des séances de la troisième Conférence générale des Poids et Mesures,* donne quelques renseignements sur la Session de 1901 succédant à celle de 1895 :

« Dans la première séance tenue au Ministère des Affaires étrangères, M. Delcassé a souhaité la bienvenue aux délégués des Gouvernements, au nombre de 26, représentant 18 États.

---

[1] *Comptes rendus,* t. CXXX, p. 20.

» Les autres séances ont eu lieu au Pavillon international de Breteuil. En l'absence de M. Fouqué, j'ai eu l'honneur de les présider.

» Les points discutés dans de savants rapports avaient pour but :

» 1° De s'assurer de la conformité des prototypes internationaux avec les témoins, qu'il s'agisse de longueurs, de poids ou d'échelles thermométriques;

» 2° De prendre acte de la longueur du prototype exprimée en ondes lumineuses d'après des observations d'une précision inespérée;

» 3° De former de nouveaux étalons du décimètre et du centimètre;

» 4° D'étudier les résultats obtenus par l'emploi du nouvel alliage d'acier et de nickel appelé *métal invar,* parce qu'il est insensible aux variations de la température;

» 5° Enfin il s'agissait d'aborder la question de la métrologie appliquée aux diamètres des fils et des vis mécaniques.

» En outre de ces questions qui ont donné lieu à de savants exposés faits par MM. Foerster, Benoît, Chappuis, Guillaume, la Conférence a adopté une définition de l'unité de masse et de l'unité de poids.

» Dans la deuxième séance, elle avait, à l'unanimité, nommé comme Secrétaire perpétuel M. Blaserna, Sénateur du royaume d'Italie.

» M. le Ministre du Commerce a tenu à assister à une séance, où était discutée une question de retraites pour le personnel du Bureau international.

» En résumé, les résultats d'ordre scientifique de cette Conférence montrent les progrès incessants de la Métrologie, son expansion chez toutes les nations, et l'approximation inespérée avec laquelle se font aujourd'hui les mesures. On en est arrivé pour les longueurs aux fractions de microns, pour les poids aux centièmes de milligrammes; la Physique et la Géodésie en tirent de précieux enseignements, et, dans cette voie, on s'aperçoit que les métaux eux-mêmes ont une espèce de vitalité. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le XI[e] Volume de l'édition nationale des « Œuvres de Galilée ».

M. E. **Guyou** présente à l'Académie l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'année* 1902 :

« Dans cet *Annuaire*, comme dans les deux précédents, le Bureau des Longitudes, devançant une réforme très désirable, compte les heures du temps civil de 0 à 24 à partir de minuit.

» Dans la partie astronomique, le Tableau des petites planètes renferme les données relatives à tous les astres découverts jusqu'au 2 octobre dernier. Une Note de M. Cornu sur le spectre de l'aurore polaire, a été ajoutée à la partie relative à la Spectroscopie.

» Dans la partie géographique, M. Levasseur a donné les populations de l'Europe, d'après les recensements dont les résultats ont été publiés avant le 25 octobre 1901.

» L'*Annuaire* contient d'intéressantes Notices de M. H. Poincaré sur la *Télégraphie sans fil*, de M. A. Cornu sur les *Courants polyphasés*, et de M. J. Janssen sur les *Travaux exécutés à l'observatoire du mont Blanc*. Dans une quatrième Notice, j'ai rendu compte des résultats obtenus dans une application qui a été faite à titre d'essai, sur plusieurs navires de notre marine, de la *Division décimale du quart de cercle à la pratique de la navigation*. »

MM. **Lippmann**, **Ch. André**, **Dr L. Camus**, **Dr A. Charpentier**, **P. Curie**, **Dormoy**, **Foureau**, **R. Fosse**, **Gall**, **Gley**, **Grignard**, **G. Kœnigs**, **Laugel**, **Jean Lépine**, **de Montlaur**, **Monpillard**, **Rabaud (Étienne)**, **L. Vaillard**, **Vasseur (Gaston)**, **E. Verlet-Hanus**, **Verneuil**, **A. Verschaffel**, **Léo Vignon**, **Aimé Witz**, **Wyrouboff** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs Travaux.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** adresse, par l'intermédiaire du Ministère de l'Instruction publique, une série de documents relatifs aux tremblements de terre survenus, le 1er novembre dernier, dans la province turque d'Erzeroum.

ASTRONOMIE. — *Sur la mesure de la méridienne de France, par Méchain, à la fin du XVIIIe siècle*. Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

« On sait depuis longtemps que, lors de la mesure de la méridienne de France pour la détermination du mètre, Méchain n'avait pas fait connaître

toutes ses observations de latitude; entre autres, il avait réservé celles de Barcelone, qui présentaient un écart inattendu avec celles faites à Montjouy. Mais on ignore généralement que Méchain avait, de même, donné incomplètement ses mesures d'angles terrestres.

» Il nous est tombé récemment entre les mains des Notes où Delambre lui-même indique les corrections qu'il faut apporter à divers angles azimutaux, tels qu'ils sont donnés dans la *Base du Système métrique*, pour tenir compte de toutes les observations de Méchain.

» Comme certains sommets des triangles de Méchain appartiennent aussi à la triangulation exécutée depuis 1870 par le Dépôt de la Guerre, il est intéressant de comparer les véritables résultats de Méchain à ceux qui ont été obtenus récemment par les moyens les plus perfectionnés : c'est ce que nous avons fait dans le Tableau ci-dessous, où les lettres P, M et M_c ont les significations suivantes :

P valeurs obtenues par le Dépôt de la Guerre (Perrier);
M valeurs de Méchain, telles qu'on les trouve dans la *Base du Système métrique*, t. I;
M_c valeurs de Méchain, corrigées par Delambre, en tenant compte de toutes les observations.

Sommets.	Directions.	M—P.	M_c—P.
Espira.......	Vernet, Salces.............	— 2",56	— 0",65
Tauch.......	Alaric, Espira.............	+ 0,68	+ 0,01
Alaric.......	Saint-Pons, Nore...........	+ 0,69	+ 0,05
Alaric.......	Nore, Tauch...............	— 0,58	— 3,10
Nore........	Alaric, Saint-Pons..........	+ 1,66	+ 0,36
Saint-Pons...	Nore, Alaric...............	— 4,25	— 3,20

» On voit que la plupart des angles de Méchain sont sensiblement améliorés par les corrections de Delambre et que la publication de toutes les valeurs données par ce dernier présente quelque intérêt pour la Géodésie française. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse annulaire de Soleil du* 11 *novembre* 1901. Note de M. A. de la Baume-Pluvinel, présentée par M. J. Janssen.

« L'éclipse de Soleil du 11 novembre dernier était visible, comme éclipse annulaire, dans la Basse-Egypte. Le phénomène se présentait malheureusement dans des conditions d'observation peu favorables, car la phase annulaire avait lieu à 8 heures du matin, lorsque le Soleil était

élevé seulement de 15° au-dessus de l'horizon. Néanmoins, les chances de beau temps étant très nombreuses et un voyage au Caire étant chose facile, je n'ai pas voulu laisser échapper cette nouvelle occasion d'étudier les phénomènes qui accompagnent les éclipses de Soleil.

» Mon programme était le suivant :

» 1° A la demande de M. Janssen, je devais photographier et étudier oculairement le spectre du Soleil dans le voisinage du bord de la Lune. Si l'examen de ce spectre avait permis de constater un épaississement de certaines raies de Fraunhofer, on aurait pu en conclure qu'il existe autour de la Lune une atmosphère gazeuse capable de produire une absorption sensible.

» 2° On sait que l'on obtient facilement pendant les éclipses totales du Soleil, aux instants des contacts intérieurs, des images monochromatiques de la chromosphère en employant des prismes ou des réseaux objectifs. Ayant constaté, pendant l'éclipse totale de 1900, que l'on pouvait photographier ces spectres même un peu avant et un peu après la phase totale, j'ai voulu essayer de les obtenir pendant l'éclipse annulaire aux moments de la formation et de la rupture de l'anneau.

» 3° J'ai pensé qu'un peu après le deuxième contact et un peu avant le troisième, l'anneau solaire serait assez étroit aux environs des points de contact pour donner un spectre net, avec un prisme ou un réseau-objectif, sans avoir recours à un spectroscope à fente. Je me suis proposé d'obtenir un spectre dans ces conditions, afin de pouvoir étudier, dans les meilleures conditions possibles, la lumière qui nous vient de l'extrême bord du Soleil et constater, par suite, les modifications que les enveloppes gazeuses du Soleil font éprouver aux rayons de la photosphère qui les traversent.

» 4° Certains observateurs ayant pu photographier la couronne solaire quelques instants après le troisième contact d'une éclipse totale, c'est-à-dire lorsque le Soleil a déjà fait sa réapparition, je me suis proposé de faire des photographies du Soleil, pendant la phase annulaire, dans l'espoir que la diminution d'intensité de la lumière diffusée dans notre atmosphère serait suffisante pour que l'on puisse obtenir, dans ces conditions, l'image de la couronne solaire.

» 5° Lorsqu'on photographie le Soleil en plein jour, en posant quelques secondes, le disque du Soleil est entouré d'une auréole qui a été prise quelquefois pour la véritable couronne du Soleil, mais qui est due, plus vraisemblablement, à l'irradiation de la lumière dans notre atmosphère ou dans la couche sensible. Des photographies faites pendant la phase

partielle devaient décider la question en montrant si l'auréole entourait le bord invisible de la Lune ou si elle suivait le bord intérieur du croissant solaire.

» Pour remplir la partie spectroscopique de mon programme, je disposais de deux instruments :

» 1° Un spectroscope à réseau plan de Rowland dont la surface striée mesurait 80^{mm} sur 50^{mm} et contenait 568 traits au millimètre. Le collimateur et l'objectif de la chambre photographique avaient $1^{m},50$ de foyer. Un condensateur projetait sur la fente une image du Soleil de 14^{mm} de diamètre et, grâce à l'interposition d'un prisme hypoténuse, on pouvait faire tourner cette image sur elle-même de manière à amener le bord de la Lune à être tangent à la fente ou à rendre la ligne des cornes de l'échancrure parallèle à cette fente.

» 2° Un spectroscope à prisme unique en flint lourd dont le condensateur, le collimateur et l'objectif photographique avaient environ $0^{m},60$ de foyer. Enfin, pour mes essais de photographie de la couronne solaire, j'employais un objectif triple de Cook, de $1^{m},50$ de distance focale. Ces trois instruments étaient disposés horizontalement et recevaient la lumière du Soleil réfléchie par trois miroirs montés sur l'axe d'un cœlostat.

» Le jour de l'éclipse, les conditions atmosphériques n'ont pas été absolument satisfaisantes; des cirrus légers ont voilé le Soleil pendant presque toute la durée du phénomène. Cet état du ciel n'a pas gêné sensiblement les observations spectroscopiques, mais a nui aux essais de photographie de la couronne.

» Avant et après la phase annulaire, j'ai fait plusieurs photographies du spectre des parties du Soleil voisines du disque lunaire en rendant le bord de la Lune tangent à la fente. J'ai étudié aussi oculairement le spectre de ces mêmes régions du Soleil en portant particulièrement mon attention sur les raies d'absorption des gaz de notre atmosphère, c'est-à-dire sur toute la partie du spectre qui s'étend de la raie D au groupe a. Or l'examen des clichés, aussi bien que l'observation directe du spectre, ne m'a pas permis de constater la moindre altération des raies fraunhofériennes dans le voisinage du bord de la Lune. Cette constatation apporterait — si cela était nécessaire — une preuve de plus de l'absence d'une atmosphère gazeuse autour de la Lune.

» Un peu avant le deuxième contact, j'ai ouvert largement la fente du spectroscope et j'ai orienté le prisme hypoténuse de manière à admettre dans l'appareil le mince croissant de lumière chromosphérique qui allait apparaître quelques secondes avant le deuxième contact. La photographie, prise à l'instant précis de l'apparition de la chromosphère, a donné une

série d'images monochromatiques des couches incandescentes qui enveloppent immédiatement le Soleil. L'image ainsi obtenue est comparable aux photographies du spectre de la chromosphère que donne un prisme ou un réseau-objectif aux deuxième et troisième contacts d'une éclipse totale de Soleil. Les croissants les plus apparents correspondent, naturellement, aux radiations de l'hydrogène : H_β (F), H_γ (G′), H_δ (h), H_ε (H′) et H_{α_1}. Les croissants du calcium H et K sont aussi très intenses. La largeur de ces croissants est telle que l'on peut estimer à 20″ la hauteur de la couche gazeuse qui les a produits.

» En outre des croissants indiqués ci-dessus, on peut relever, sur le cliché, la position d'un grand nombre de croissants très faibles, visibles sur une hauteur de 20″ à 40″ seulement. Il est probable que ce sont là des images monochromatiques d'une couche basse de la chromosphère vue dans une échancrure du bord lunaire. Je donne ci-dessous la liste de ces raies avec leurs longueurs d'onde et leurs intensités relatives. Ces intensités ont été estimées très approximativement. Sur les quarante-neuf raies que contient cette liste, vingt-huit d'entre elles ont été retrouvées dans les Catalogues des raies chromosphériques de Young et de Hale. Sept autres raies correspondent à des raies solaires du Catalogue de Rowland et les quatorze autres, toutes très faibles, n'existent pas dans les Catalogues.

» Les raies des Catalogues de Young, Hale et Rowland sont désignées, dans la colonne « Autorité », par Y, H ou R.

Numéros.	λ.	Intensité.	Élément.	Autorité.	Numéros.	λ.	Intensité.	Élément.	Autorité.
1....	486,1	7	H_β(F)	Y	17....	447,1	4	Ce, He	Y
2....	470,2	1	»	»	18....	444,4	4	Fe-Ti	Y
3....	469,9	1	»	»	19....	441,5	1	Fe	Y
4....	466,7	1	Fe, Ti	Y	20....	439,3	2	»	»
5....	462,9	1	Co, Ti	Y	21....	437,4	1	Fe(E)	Y
6....	459,4	1	»	»	22....	435,7	1	»	»
7....	459,0	1	Ti	Y	23....	435,1	1	»	»
8....	458,4	3	Fe	Y	24....	434,3	1	Cr, Fe	R
9....	457,8	1	Ca-Ti	R	25....	434,0	10	H_γ(G′)	Y
10....	457,1	2	Mg	R	26....	428,9	1	Cr	Y
11....	456,4	2	Ti	Y	27....	425,6	1	»	»
12....	455,3	3	Fe, Ti	Y	28....	422,9	1	»	»
13....	454,9	3	Fe, Ti	Y	29....	422,6	1	Ca	Y
14....	454,0	1	Ce	Y	30....	421,5	5	Sr	Y
15....	453,4	3	Fe	Y	31....	421,1	1	»	»
16....	452,9	1	»	»	32....	420,5	1	»	»

Numéros.	λ.	Intensité.	Élément.	Autorité.	Numéros.	λ.	Intensité.	Élément	Autorité.
33....	420,2	1	Fe	R	42....	398,2	1	Fe, Ti	R
34....	419,9	1	Fe	R	43....	397,0	6	H_ε	Y
35....	419,6	1	»	»	44....	396,8	7	Ca(H)	Y
36....	417,9	1	»	Y	45....	393,4	8	Ca(K)	Y
37....	412,1	1	Co	Y	46....	393,1	1	»	»
38....	411,4	1	Fe	R	47....	391,3	2	»	H
39....	410,9	1	»	»	48....	388,9	6	H_{α_1}	Y
40....	410,1	9	$H_\delta(h)$	Y	49....	388,6	1	»	H
41....	407,8	5	Ca	Y					

» Aussitôt après le deuxième contact, j'ai fait une seconde photographie en opérant comme pour la première. Mais cette fois ce n'était plus la mince couche chromosphérique qui donnait des images monochromatiques, c'était un croissant délié de la surface solaire, compris entre les bords du Soleil et de la Lune, qui fournissait un spectre parfaitement net de l'extrême bord du Soleil. En examinant ce spectre, on constate immédiatement que les raies de l'hydrogène y font complètement défaut. Les raies H_j(G′), $H_\delta(h)$ et H_ε, situées dans la partie la plus actinique du spectre, sont évidemment celles dont l'absence est le plus facile à constater. Cette disparition des raies de l'hydrogène dans le spectre de l'extrême bord du Soleil doit être attribuée à un double renversement : l'hydrogène incandescent de la chromosphère donne un spectre d'émission qui fait disparaître les raies noires du spectre de la photosphère. Mais il est remarquable de constater un renversement aussi complet des raies de l'hydrogène alors que les raies H et K du calcium conservent toute leur intensité.

» J'arrive aux expériences que j'ai faites pour photographier la couronne pendant l'éclipse.

» Ces expériences n'ont pas donné les résultats que l'on pouvait en attendre, à cause des nuages légers qui voilaient le Soleil. De plus, la diminution de l'illumination de notre atmosphère n'a pas été très grande pendant cette éclipse, car les diamètres apparents du Soleil et de la Lune différaient de 1′24″ et, pendant la phase annulaire, les $\frac{46}{100}$ de la surface solaire continuaient à éclairer l'atmosphère. Deux photographies ont été faites de l'anneau solaire : l'une a été exposée trois secondes, l'autre dix secondes. On voit sur ces photographies l'image des nuages qui recouvraient le Soleil, mais on n'y découvre pas la moindre trace de la couronne solaire. On peut faire la même constatation sur un cliché obtenu un peu avant la phase annulaire en cachant, à l'aide d'un écran, la partie non

éclipsée du Soleil : une auréole lumineuse apparaît aux bords de l'écran, mais ne suit pas la partie invisible du disque de la Lune, comme elle devrait le faire s'il s'agissait véritablement de la couronne solaire. Les photographies prises pendant la phase partielle avec des poses variant d'une seconde à dix secondes montrent des auréoles présentant le même caractère.

» La lumière diffusée par notre atmosphère étant très pauvre en radiations peu réfrangibles, on pouvait espérer voir la couronne solaire en observant l'image des régions circumsolaires formée uniquement par leurs radiations calorifiques. A cet effet, j'ai substitué à la plaque sensible de mon appareil photographique un écran au sulfure de zinc préparé par la méthode de M. le Dr Lebon. Les radiations calorifiques concouraient seules à la formation des images, grâce à l'interposition, sur le trajet des rayons lumineux, d'une plaque de verre recouverte de vernis noir.

» Dans ces conditions, la phosphorescence du sulfure de zinc, préalablement excitée par une exposition à la lumière derrière une cuve contenant une solution de sulfate de cuivre ammoniacal, était fortement éteinte par l'image du Soleil et un peu affaiblie dans les régions environnantes. Mais l'auréole ainsi produite, de même que l'auréole photographique, envahissait l'intérieur du croissant solaire au lieu de s'arrêter à la partie invisible du bord de la Lune. Ces expériences, avec des écrans phosphorescents, ont été faites par mon assistant M. A. Senouque. »

Remarques sur la Note de M. de la Baume-Pluvinel, par M. **J. Janssen.**

« M. de la Baume-Pluvinel a été chargé, à ma demande, d'une mission gratuite du Gouvernement, pour observer en Égypte l'éclipse du 11 novembre dernier.

» J'avais prié M. de la Baume, qui s'est construit d'excellents spectroscopes à réseaux et qui s'en sert avec beaucoup de talent, d'obtenir un spectre très précis et très dispersé de la lumière solaire rasant le bord de la Lune, afin de voir si, dans ces conditions, ce spectre décèlerait quelques phénomènes d'absorption attribuables à la présence d'une atmosphère lunaire, même très rare.

» Le résultat a été négatif; on est donc conduit à admettre que, s'il reste encore autour du globe lunaire une couche gazeuse, elle doit être d'une rareté extrême.

» Il faut remarquer que les circonstances dans lesquelles l'observation

est faite, pendant une éclipse du globe solaire par la Lune, sont très favorables pour déceler l'existence d'une couche gazeuse autour du globe lunaire, puisque, dans ce cas, les rayons solaires traversent une épaisseur d'atmosphère double de celle qui serait parcourue par ces mêmes rayons si l'on observait un coucher de Soleil à la surface de la Lune, circonstance qui serait, comme on sait, la plus favorable à la manifestation des raies sélénuriques.

» Dès l'année 1863, au moment où je poursuivais mes études sur les raies telluriques du spectre solaire, nouvellement découvertes, je signalais cette observation et le dispositif expérimental propre à la réaliser. J'avais même pris les dispositions nécessaires pour appliquer ce dispositif à l'étude de l'éclipse partielle du 17 mai 1863, mais l'état du ciel empêcha toute observation, et je dus me contenter de signaler le projet et les dispositions à l'Académie.

» La grande compétence de M. le comte de la Baume dans ces études, et les instruments très parfaits dont il dispose, m'ont engagé à lui recommander cette intéressante observation, et le résultat m'en paraît décisif. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des racines réelles des équations.* Note de M. A. PELLET.

« Toute équation à coefficients réels peut se mettre sous la forme

$$(1) \qquad \varphi(x) - \psi(x) = 0,$$

$\varphi(x)$ et $\psi(x)$ étant des polynomes à coefficients entiers.

» Soit ξ un nombre positif et supposons la différence $\varphi(\xi) - \psi(\xi)$ négative, $\varphi(\xi) - \psi(\xi) < 0$. Considérons l'équation

$$(2) \qquad \varphi(x) - \psi'(\xi)(x - \xi) - \psi(\xi) = 0,$$

$\psi'(x)$ étant la dérivée de $\psi(x)$, supposée variable avec x. Son premier membre est négatif pour $x = \xi$, et positif pour les valeurs racines positives de l'équation (1). Si donc cette dernière équation a des racines inférieures à ξ et d'autres supérieures à ξ, l'équation (2) a deux racines positives x_0 et y_0, $y_0 > x_0$. En remplaçant ξ par x_0, l'équation nouvelle a une racine positive inférieure à x_0, x_1, et l'on obtient ainsi une suite $x_0, x_1, x_2, \ldots, x$ de quantités positives décroissantes et tendant vers la racine positive de l'équation (1) immédiatement inférieure à ξ lorsque i tend vers l'infini.

Lorsque l'équation (1) n'a pas de racine positive inférieure à ξ, la suite $x_0, x_1, \ldots, x_i$ ne comprend qu'un nombre fini de termes.

» De même, en remplaçant ξ par y_0, l'équation nouvelle a une racine supérieure à y_0, y_1, et l'on obtient ainsi une suite $y_0, y_1, \ldots, y_i$ de nombres positifs croissants et convergeant vers la racine positive de l'équation (1) immédiatement supérieure à ξ lorsque i tend vers l'infini. Si l'équation (1) n'a pas de racine supérieure à ξ, y_i tend vers l'infini. »

ANALYSE INFINITÉSIMALE. — *Sur le calcul par cheminement des intégrales de certains systèmes différentiels.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Appell.

« I. Considérons un système différentiel d'ordre quelconque où se trouvent engagées, avec un nombre quelconque de variables indépendantes, $x, y, \ldots$, un nombre également quelconque de fonctions inconnues, $u, v, \ldots$; et à chacune des quantités $u, v, \ldots$ faisons correspondre un entier quelconque (positif, nul ou négatif) que nous nommerons la *cote* de cette quantité. Considérant ensuite une dérivée quelconque de l'une des fonctions inconnues, nommons *cote* de la dérivée en question l'entier obtenu en ajoutant à la cote de la fonction l'ordre total de la dérivée. Cela étant, nous supposerons tout d'abord que, moyennant un choix convenable des cotes attribuées à $u, v, \ldots$, le système différentiel proposé remplit à la fois les deux conditions suivantes : 1° il se trouve résolu par rapport à certaines dérivées qui ne figurent, non plus que leurs propres dérivées, dans aucun des seconds membres, et ces derniers sont, dans un même domaine, tous développables par la série de Taylor; chaque second membre ne contient, outre les variables indépendantes, que des quantités (inconnues ou dérivées) dont la cote tombe au-dessous de celle du premier membre correspondant.

» Les systèmes ainsi définis constituent un cas très particulier de ceux que j'ai nommés *orthonomes :* il suffit, pour s'en rendre compte, d'attribuer à chacune des variables $x, y, \ldots$ une cote égale à 1, en même temps qu'on attribue aux diverses inconnues $u, v, \ldots$ les cotes respectives spécifiées ci-dessus. En conséquence, *tout système de cette espèce, s'il est passif, est complètement intégrable;* on peut d'ailleurs, comme je l'ai établi d'une manière générale pour tout système complètement intégrable, fixer, par la seule considération des premiers membres, l'économie des conditions

initiales qui déterminent entièrement un groupe d'intégrales ordinaires du système, et mettre en évidence les *fonctions* (ou constantes) *arbitraires, en nombre fini*, dont dépend la solution générale [1].

» II. *Désignons actuellement par* S *un système différentiel possédant la triple propriété :* 1° *d'appartenir à l'espèce ci-dessus définie ;* 2° *d'être passif (et par suite complètement intégrable)* ; 3° *d'être linéaire par rapport à l'ensemble des fonctions inconnues et leurs dérivées ;* et, comme il est d'usage dans tout système linéaire, nommons *coefficients* du système S les fonctions des seules variables indépendantes qui figurent dans les seconds membres, soit comme multiplicateurs des inconnues ou de leurs dérivées, soit comme termes indépendants de ces quantités. Cela étant, *si l'on considère, dans le système* S, *les intégrales ordinaires répondant à des conditions initiales données, les développements de ces intégrales, effectués à partir des valeurs initiales des variables, ne peuvent manquer de converger dans les limites où convergent à la fois les développements des coefficients du système* S, *et ceux des fonctions (données) figurant dans les conditions initiales.*

» III. Construisons un quadrillage rectangulaire dont les lignes correspondent aux variables indépendantes du système S, et les colonnes aux fonctions arbitraires qui figurent dans les conditions initiales ; puis, dans l'une quelconque de ces colonnes, noircissons à l'aide de hachures les cases des diverses variables dont ne dépend pas la fonction arbitraire correspondante. En répétant cette opération successivement dans toutes les colonnes, nous obtiendrons une sorte de damier où les cases blanches et noires pourront offrir des dispositions relatives variées. Finalement, partageons les variables indépendantes en groupes, suivant que, dans le Tableau ainsi construit, les lignes offrent ou n'offrent pas la même disposition de cases blanches et noires. En supposant, par exemple, qu'il y ait cinq variables indépendantes, x, y, z, s, t, et quatre fonctions arbitraires, $F_1(t)$, $F_2(z, s)$, $F_3(x, y, t)$, $F_4(x, y, z, s)$, la considération d'un pareil Tableau nous conduira à partager les variables en trois groupes comprenant, le premier les variables x et y, le deuxième les variables z et s, le troisième la variable t.

» Désignons maintenant par $[x, y]$ *l'espace analytique* indéfini qui cor-

---

(1) Pour la théorie des systèmes orthonomes et la méthode servant à fixer l'économie des conditions initiales dans un système complètement intégrable, voir mon Mémoire intitulé : *Sur une question fondamentale du Calcul intégral* (*Acta mathematica*, t. XXIII).

respond au groupe des variables x et y, c'est-à-dire l'ensemble de tous les systèmes de valeurs qu'il est possible d'attribuer à ces deux variables; désignons de même par $[z, s]$ l'espace analytique qui correspond au groupe des variables z et s, et par $[t]$ celui qui correspond à la variable t. Soient enfin $R_{x,y}$, $R_{z,s}$, R_t trois *régions* respectivement extraites des espaces analytiques $[x, y]$, $[z, s]$, $[t]$: il va sans dire que la considération simultanée de deux de ces régions, par exemple de $R_{x,y}$ et de R_t, en fournit une, $(R_{x,y}, R_t)$, extraite de l'espace analytique $[x, y, t]$, et que la considération simultanée des trois régions en fournit une, $(R_{x,y}, R_{z,s}, R_t)$, extraite de l'espace analytique $[x, y, z, s, t]$. Cela posé, *si, d'une part, les coefficients du système* S *sont tous calculables par cheminement dans la région*

$$(R_{x,y}, R_{z,s}, R_t),$$

si, d'autre part, on a choisi pour F_1, F_2, F_3, F_4 *des fonctions respectivement calculables dans les régions*

$$R_t, \quad R_{z,s}, \quad (R_{x,y}, R_t), \quad (R_{x,y}, R_{z,s}),$$

les intégrales correspondantes ne peuvent manquer d'être elles-mêmes calculables dans la région

$$(R_{x,y}, R_{z,s}, R_t). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la séparation et le calcul des racines réelles des équations.* Note de M. **Raoul Perrin**, présentée par M. C. Jordan.

« M. Pellet a indiqué tout récemment dans les *Comptes rendus* une méthode de calcul des racines réelles des équations, fondée sur la décomposition du premier membre en deux polynomes ne contenant chacun que des termes de même signe.

» Je désirerais faire connaître à l'Académie que j'ai utilisé systématiquement le même mode de décomposition de bien d'autres manières, ce qui m'a conduit, à l'aide de considérations géométriques élémentaires, à résoudre, par des formules très simples, tous les problèmes qui se rattachent à la recherche, à la séparation et au calcul par approximations successives des racines réelles des équations numériques. En voici quelques exemples.

» I. *Recherche des racines comprises entre deux nombres positifs* x_1 *et* $x_2 > x_1$, *pour lesquels* $f(x)$ *prend des valeurs de signes contraires.* — Soient $f(x) = \pm(P - Q)$. P et Q étant les deux parties formées cha-

cune de termes tous de même signe; P', P'', ..., Q', Q'', ... leurs dérivées successives; P_1, P'_1, ..., P_2, P'_2, ... les valeurs de ces fonctions pour $x = x_1$, $x = x_2$. Choisissons P et Q de manière à avoir $P_1 - Q_1 < 0$, $P_2 - Q_2 > 0$, et soient, pour abréger, $x_2 - x_1 = \delta x$, $P_2 - P_1 = \delta P$, $Q_2 - Q_1 = \delta Q$. Si l'on pose

$$(1) \qquad \varepsilon_1 = \frac{(Q_1 - P_1)\,\delta x}{\delta P - Q'_1\,\delta x}, \qquad \varepsilon_2 = \frac{(P_2 - Q_2)\,\delta x}{P'_2\,\delta x - \delta Q},$$

les deux nombres positifs $x'_1 = x_1 + \varepsilon_1$, $x'_2 = x_2 - \varepsilon_2$ seront deux nouvelles limites plus resserrées que x_1 et x_2 et comprenant les mêmes racines. S'il n'existe qu'une racine, on en approchera autant qu'on voudra, par défaut et par excès, en appliquant les formules (1) un nombre de fois suffisant à partir des couples de limites successivement calculés; s'il existe plus d'une racine, on approchera autant qu'on voudra des deux extrêmes.

» Les formules (1), dont l'une se réduit d'ailleurs, si P ou Q est linéaire, à la formule d'approximation de Newton, ont sur cette dernière l'avantage d'être valables sans aucune restriction.

» II. *Même recherche, entre deux limites x_1, x_2, qui donnent à $f(x)$ le même signe.* — Supposons $P_1 - Q_1 > 0$, $P_2 - Q_2 > 0$. On obtiendra deux limites plus resserrées en appliquant à x_1 et x_2 les corrections ε_1 et $-\varepsilon_2$ données par les formules

$$(2) \qquad \varepsilon_1 = \frac{(P_1 - Q_1)\,\delta x}{\delta Q - P'_1\,\delta x}, \qquad \varepsilon_2 = \frac{(P_2 - Q_2)\,\delta x}{P'_2\,\delta x - \delta Q}.$$

» On approchera ainsi autant qu'on voudra des deux racines extrêmes comprises dans l'intervalle $x_2 - x_1$, ou, si l'on arrive à deux limites contradictoires entre elles ou situées en dehors de l'intervalle considéré, on pourra affirmer qu'il n'y existe pas de racines.

» III. *Conditions pour qu'il puisse exister des racines dans l'intervalle $x_2 - x_1$ du problème II.* — On peut en écrire plusieurs où n'entrent que les données relatives aux limites x_1 et x_2. Voici celle qui me paraît la plus remarquable :

$$(P'_2 + Q'_1)\,\delta x > 2\left[P_2 - Q_1 + \sqrt{(P_1 - Q_1)(P_2 - Q_2)}\right].$$

» Il faut que cette inégalité soit satisfaite (l'égalité ne suffirait pas) pour qu'il puisse exister des racines entre x_1 et x_2; et s'il n'en existe pas effectivement, on pourra toujours, par les formules (2) ou en divisant l'intervalle en 2, 3, ... intervalles moindres, arriver à ce qu'elle cesse d'être satisfaite.

» IV. *Limite inférieure des racines positives.* — Supposons, pour $x = 0$, $P_0 > 0$, et $Q_0 = 0$. Soit $P^{(n)}$ la première des dérivées successives de P, après celle du premier ordre, qui ne s'annule pas pour $x = 0$, et soit $P_0^{(n)}$ sa valeur. Une limite inférieure des racines positives sera fournie par la racine positive unique de l'équation

$$(4) \qquad \frac{Q}{x} = P'_0 + \frac{n}{n-1}\sqrt[n]{\frac{(n-1)P_0''^{-1}P_0^{(n)}}{1.2\ldots n}},$$

» Le procédé tombe en défaut si Q'_0 est égal ou supérieur à la valeur du second membre de (4) : mais il est facile alors d'obtenir une autre expression.

» Une limite supérieure des racines positives s'obtient par les mêmes formules, en opérant sur l'équation transformée en $\frac{1}{x}$. Les limites ainsi obtenues sont en général plus resserrées que celles fournies par les autres méthodes connues.

» Toutes les formules ci-dessus, ainsi que beaucoup d'autres obtenues d'une manière analogue, ont été communiquées à la première Section du Congrès tenu à Ajaccio en septembre dernier par l'Association française pour l'avancement des Sciences ; le Mémoire où je les ai établies, avec tous les développements utiles et quelques applications à des équations tant algébriques que transcendantes, paraîtra dans le *Compte rendu du Congrès d'Ajaccio*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les nombres e et π et les équations transcendantes*. Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. C. Jordan.

« On sait que le nombre e^{ϖ}, où ϖ est rationnel ou algébrique, ne peut être racine d'une équation algébrique à coefficients rationnels, pas plus que les nombres qui présentent après chaque chiffre significatif un nombre de zéros croissant suffisamment vite avec le rang de ce chiffre et que nous appellerons des *nombres* X.

» Ces derniers nombres, comme leurs puissances rationnelles, n'étant pas racines des équations

$$(1) \qquad \sum_0^{\infty} c_a x^{\varpi_a} = 0$$

et d'autres analogues, où c_a est rationnel, ϖ_a entier positif, quand $\frac{1}{c_a}$ et ϖ_a

croissent suffisamment vite avec a, on pouvait se demander s'il en était de même de e et ses puissances, de π, d'autres nombres encore. La réponse est affirmative, et nous avons obtenu les résultats suivants :

» I. *Soit ζ un nombre algébrique ou non; tout nombre peut se mettre sous la forme*

$$Y = Y_1 + \frac{\alpha_1}{\zeta_1^{\psi_1}} + \ldots + \frac{\alpha_l}{\zeta_1^{\psi_l}} + \ldots,$$

ζ_1 étant une fonction algébrique quelconque de ζ, $|\alpha_1|$, ..., $|\alpha_l|$, ... des entiers $\leqq E(\zeta)$; ζ étant donné, pour un mode de croissance suffisamment rapide de ψ_l avec l; 1° *Y ne peut être algébrique;* 2° *si $c_0 = a_0$, ..., $c_n = \frac{a_n}{t_n}$, ... ($|a_1|$, ..., $|a_n|$, ... étant des entiers limités quelconques) Y ne peut être racine de $\sum_0^\infty c_a x^a = 0$, si $\frac{t_n}{a_n}$ croît suffisamment vite avec n, quels que soient $|a_1|$, ..., $|a_n|$, ...*

» II. *Si ζ est un nombre quelconque algébrique ou non donné, aucune fonction algébrique de ζ à coefficients entiers n'est racine de*

$$\sum_0^\infty \frac{a_n}{t_n} x^n = 0$$

quand $\frac{t_n}{a_n}$ croît suffisamment vite avec n.

» En particulier les méthodes de M. Hürwitz pour e et ses puissances rationnelles, de M. Hilbert pour π permettent de déterminer la limite inférieure de ces modes de croissance.

» Tout ce qui précède peut s'étendre aux équations $\sum_0^\infty c_n x^{\varpi_n} = 0$, quand ϖ_n croît suffisamment vite avec n, le premier membre convergeant pour $0 \leqq x \leqq 1$, ou aux équations $\sum_{-\infty}^{+\infty} c_n x^{\varpi_n} = 0$ dont le premier membre présente un point singulier essentiel à l'origine (c_n rationnel).

» A titre d'exemple nous avons établi le résultat suivant :

» *Les puissances entières ou fractionnaires de e ne sont pas racines des équations*

$$\sum_0^\infty \left(\frac{a_n}{(n!)^{(\mu-2)(n+1)^{\mu(n+1)+1}}} \right) x^{l^n} = 0,$$

a_n étant un entier limité, nul ou non, dès que $\mu \geqq 3$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur le mouvement le plus général d'un corps solide qui possède deux degrés de liberté autour d'un point fixe.* Note de M. **René de Saussure**, présentée par M. H. Poincaré.

« La position d'un corps solide ayant un point fixe O peut être définie par un point M et une droite D passant par M. Si l'on affecte la droite D d'un sens indiqué par une flèche, la figure (MD) peut être considérée comme un *point dirigé*.

» Lorsqu'un point dirigé tourne autour d'un axe fixe, il décrit par définition une *couronne :* le cercle décrit par le point M est la *base* de la couronne. Il suffit de deux points dirigés pour déterminer une couronne.

» Si le corps solide possède deux degrés de liberté autour du point O, le point M décrit une sphère S et la droite D enveloppe une sphère concentrique S'. Soit (MD) une position particulière du corps solide; tous les déplacements infiniment petits que peut subir le corps sont des rotations autour d'axes instantanés passant par le point O. D'ailleurs le lieu de ces axes est un faisceau plan, car toutes ces rotations peuvent être considérées comme des résultantes de deux d'entre elles. Si l'on fait subir au point dirigé (MD) une rotation complète autour de chacune des droites de ce faisceau, ce point dirigé décrira une série de couronnes dont l'ensemble forme, par définition, un *couronoïde;* la sphère S est la *base* et la sphère S' la *gorge* du couronoïde.

» Le couronoïde ainsi défini est *tangent* au mouvement du corps solide (MD), puisqu'il a en commun avec ce mouvement tous les points dirigés qui définissent les positions du corps solide dans le voisinage de la position (MD). Lorsqu'un point dirigé (MD) engendre un couronoïde, comme il vient d'être dit, le point M décrit une série de cercles qui se recoupent en un même point A symétrique de M par rapport au plan du faisceau des axes de rotation; la droite D décrit une série d'hyperboloïdes de révolution, qui contiennent tous une même droite X, symétrique de D par rapport au plan du même faisceau. Nous dirons que le point A est le *pôle* et la droite X l'*axe* du couronoïde.

» Le point dirigé (AX) définit complètement le couronoïde, car la sphère S passe par le point A, la sphère S' est tangente à X et les génératrices du couronoïde doivent d'une part s'appuyer sur la droite X, d'autre part être tangentes à la sphère S'. Tout plan passant par l'axe X coupe les

sphères S et S′ suivant deux cercles concentriques C et C′; les génératrices du couronoïde contenues dans ce plan forment donc une couronne dont C est la base et C′ l'enveloppe ou la *gorge*.

» Lorsque la droite X est tangente à la sphère S, les sphères S et S′ se confondent, ainsi que les cercles C et C′. Le cercle C est alors une *ligne de flux*, c'est-à-dire que tous les points dirigés qui sont sur ce cercle ont une direction tangente au cercle. Or, si l'on coupe la sphère S par tous les plans qui contiennent l'axe X, on obtient un système de cercles tangents en A à la droite X; tous ces cercles sont des cercles de flux du couronoïde et celui-ci devient un *couronoïde de flux*.

» D'ailleurs, les propriétés d'un couronoïde quelconque seront les mêmes que celles d'un couronoïde de flux, puisque celui-ci peut être considéré comme la projection de celui-là sur la sphère et que l'angle de projection est constant. Ces propriétés sont les suivantes : 1° *tout couronoïde contient une double infinité de couronnes;* en effet, tout cercle tracé sur la sphère S et passant par le pôle A est la base d'une couronne appartenant au couronoïde, car ce cercle rencontrant au pôle tous les cercles de flux, sous un même angle, recoupera ces cercles de flux une seconde fois sous le même angle; 2° *étant donnés deux points dirigés quelconques dans un même couronoïde, la couronne déterminée par ces deux points dirigés appartient aussi au couronoïde,* car par ces deux points et par le pôle A on peut toujours faire passer un cercle; 3° *en chaque point* M *d'un couronoïde passent une infinité de couronnes faisant partie du couronoïde*, car on peut tracer sur la sphère S une infinité de cercles passant par un point M et par le pôle A. Les axes de toutes ces couronnes forment un faisceau dans le plan perpendiculaire sur le milieu de AM, et comme le point M est quelconque, on voit que : 4° *tout couronoïde peut être engendré d'une double infinité de manières différentes, en faisant tourner un point dirigé autour des droites d'un faisceau plan.*

» De ces propriétés découle le théorème suivant :

» *Étant données trois positions quelconques* (MD), (M′D′) *et* (M″D″) *d'un corps solide qui possède un point fixe* O, *il existe toujours un couronoïde contenant ces trois positions, et il n'en existe qu'un seul.* En effet, les figures (MD) et (M′D′) déterminent une couronne C″; les figures (MD) et (M″D″), une autre couronne C′. Les bases de ces deux couronnes se recoupent en un point A et les hyperboloïdes décrits par D se recoupent suivant une droite X; la figure (AX) définit un couronoïde contenant les couronnes C′ et C″ et, par conséquent, les trois positions données du corps solide. Ce couronoïde contiendra aussi la troisième couronne C déterminée par les

figures (M′D′) et (M″D″), c'est-à-dire la couronne résultante des couronnes C′ et C″.

» En résumé, on voit que le couronoïde joue, dans le mouvement à deux degrés de liberté autour d'un point fixe, le même rôle que la couronne, c'est-à-dire la rotation, dans le mouvement à un degré de liberté. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Lois de l'énergie électrique.* Note de M. E. Carvallo, présentée par M. Sarrau.

« 1. Introduction. — J'ai montré ([1]) qu'on obtient un résultat faux si l'on calcule les phénomènes électrodynamiques offerts par la roue de Barlow au moyen des équations de Lagrange, d'après les idées de Maxwell.

» Or les forces électrodynamiques et les forces électromotrices d'induction, considérées comme des *forces d'inertie*, sont déduites par Maxwell des équations de Lagrange; de plus, l'auteur n'en donne nulle part une expression suffisamment correcte et générale. Il semble donc nécessaire de revenir sur ce sujet.

» 2. Examen critique des énoncés de Maxwell. Deux forces électromotrices d'induction. — Voici les énoncés de Maxwell, modifiés dans la forme, mais respectés au fond :

» Première loi. — *Un élément conducteur à trois dimensions, où le courant est p et l'induction magnétique a, subit une force pondéromotrice qui, rapportée à l'unité de volume, est représentée par le même vecteur* $|[pa]$ ([2]) *que le parallélogramme construit sur les vecteurs p et a.*

» Deuxième loi. — *La force électromotrice induite dans un circuit conducteur, filiforme et mobile, est la dérivée changée de signe du flux de l'induction magnétique a qui traverse le circuit mobile* ([3]).

» Dans le premier énoncé, Maxwell comprend bien la roue de Barlow : la force électrodynamique est attachée au conducteur, non au courant, de façon qu'elle déplace la roue, non le courant. Quant au deuxième énoncé, il est exact pour les conducteurs filiformes, mais il confond deux parties

---

([1]) E. Carvallo, *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 924; décembre 1901.

([2]) Maxwell, *Traité d'Électricité*, nos 490 et 501 (édition française). — Notation de Grassman.

([3]) Maxwell, n° 531.

essentiellement distinctes de la force électromotrice, de sorte qu'il devient défectueux dans le cas de la roue de Barlow. La première partie est due au mouvement du conducteur : *c'est l'intégrale, le long du circuit, du vecteur* $[x'\alpha]$ *qui représente l'aire du parallélogramme construit sur la vitesse* x' *du conducteur et le champ magnétique* α. La deuxième partie de la force électromotrice est due aux variations magnétiques du champ : *c'est la vitesse de variation, changée de signe, du flux de l'induction magnétique* a *embrassée par le circuit considéré comme fixe*. La somme de ces deux parties représente, dans les deux cas, la force électromotrice induite dans le circuit, qu'il soit filiforme ou qu'il contienne la roue de Barlow. L'expérience de Barlow nous conduit donc aux trois énoncés suivants :

» 3. Lois de l'inertie électrique. — Première loi. — *Un élément conducteur non magnétique, où le courant est* p *et le champ magnétique* α, *subit une force électrodynamique représentée par le vecteur* $|[p\alpha]$.

» Deuxième loi. — *Un élément conducteur, non magnétique et en mouvement, où la vitesse est* x' *et le champ magnétique* α, *est le siège d'une force électromotrice d'induction représentée par le vecteur* $|[x'\alpha]$.

» Troisième loi. — *La force électromotrice d'induction dans un contour fermé est la somme de deux termes, d'une part l'intégrale du vecteur* $|[x'\alpha]$ *le long du contour, d'autre part la dérivée changée de signe du flux de l'induction magnétique* a *qui traverse le contour supposé fixe.*

» Que deviennent ces lois quand on considère des substances conductrices magnétiques, diélectriques, électrolytiques? Maxwell a deviné que, alors, c'est le vecteur induction magnétique a qui remplace le champ magnétique α ; le courant total u, qui remplace le courant de conduction p. Tel sera le changement à apporter aux énoncés et qu'il importera de contrôler par de nouvelles expériences.

» 4. Vérifications expérimentales. — 1° Remplacer la roue de Barlow par une roue de fer doux ; la force électrodynamique appliquée à la roue sera augmentée en raison de l'induction magnétique renforcée par le fer doux. La force électromotrice d'induction produite par la rotation de la roue sera aussi augmentée. Les deux augmentations sont corrélatives en vertu du principe de l'énergie et conformément au calcul de Helmholz.

» 2° Que la roue soit d'acier, aimantée suivant son axe, vous pourrez supprimer l'aimant inducteur, la roue tournera encore, et sa rotation provoquera encore des forces électromotrices d'induction suivant les rayons de la roue.

» 3° Que la roue soit de verre ou d'ébonite, la force électromotrice d'in-

duction pourra être révélée de deux façons : si le champ magnétique est permanent, par un champ électrostatique suivant les rayons de la roue; s'il est alternatif, par des courants alternatifs dans un conducteur joignant le centre à la circonférence. Inversement, la production de courants alternatifs synchrones avec le champ magnétique déterminera sur la roue une force pondéromotrice capable de la faire tourner.

» 4° Sur un courant vertical d'eau acidulée, établissez un champ magnétique nord-sud et une prise de circuit dans la direction est-ouest. Un courant électrique traversera le circuit.

» La deuxième expérience est classique et dispense de la première. La troisième expérience n'a pas été réalisée, que je sache. La quatrième l'a été par M. Bouty.

» 5. *Conclusions.* — J'ai formulé trois lois qui n'ont pas été énoncées dans leur généralité par Maxwell et pourtant sont implicitement dans ses formules (éq. A n° 591, éq. B n° 598). C'est paradoxal! Comment, des équations de Lagrange, Maxwell peut-il tirer les lois de la roue de Barlow incompatibles avec elles. Voici : il considère un conducteur filiforme (n° 594), les équations de Lagrange s'appliquent. Il y trouve les deux forces $|[p\alpha]$ (n° 595) et $|[x'\alpha]$ (n° 596); puis il étend les résultats aux corps à trois dimensions (n° 598) sans prendre garde que, dans ce cas, les équations de Lagrange ne donnent pas les deux forces trouvées pour les conducteurs filiformes. C'est agir en physicien, non en géomètre. Il importait de le dire; c'est ce que nous avons fait en invoquant cette loi expérimentale : *Le rayon vertical de la roue de Barlow subit les mêmes effets que si c'était un conducteur filiforme.* »

PHYSIQUE. — *Sur une application nouvelle d'observations optiques à l'étude de la diffusion.* Note de **M. J. Thovert**, présentée par M. J. Violle.

« Lorsqu'un rayon lumineux pénètre horizontalement dans une cuve parallélépipédique où l'on a superposé deux solutions différemment concentrées d'un même sel, il est dévié du côté des fortes concentrations, et sa déviation à la sortie de la cuve est proportionnelle à la dérivée dans le sens vertical de l'indice de réfraction de la solution traversée. La mesure de cette déviation est donc sensiblement proportionnelle à la dérivée de la concentration (O. Wiener, *Ann. Wied.*, t. XLIX).

» Nous avons appliqué l'observation de ces déviations à la vérification

des lois de la diffusion et à la détermination des constantes de diffusion, en nous appuyant sur les considérations suivantes :

» L'intégration, pour le cas indiqué, de l'équation différentielle élémentaire de la diffusion (en y supposant constante la vitesse de passage) donne, pour expression de la dérivée de la concentration,

$$\frac{dc}{dx} = \sum_{n=1}^{n=\infty} \mathrm{A}_n \sin \frac{n\pi x}{h^2} e^{-\frac{n^2\pi^2}{h^2}kt},$$

où x marque le niveau, h la hauteur totale de la cuve, k la constante de diffusion, n étant un nombre entier.

» Après un temps suffisamment long, l'expression doit se réduire sensiblement au premier terme et, quelles que soient les conditions initiales de l'expérience, la dérivée de la concentration varie, à un instant donné, suivant la fonction sinusoïdale $\sin \frac{\pi x}{h}$, et en un point donné suivant l'exponentielle simple du temps, $e^{-\frac{\pi^2}{h^2}kt}$.

» L'observation vérifie bien ces conclusions, et dans une cuve remplie d'abord sur un tiers de sa hauteur par une solution de chlorure de sodium, puis sur les deux autres tiers d'eau distillée, on voit progressivement la déviation maximum des rayons lumineux se rapprocher du milieu de la hauteur, et après soixante-douze heures la distribution sinusoïdale des déviations est réalisée.

» Quand ce régime est atteint, il est facile d'obtenir la constante de diffusion par l'observation de la déviation d'un rayon lumineux traversant la cuve en un point quelconque, en deux temps, t_1, t_2. On a

$$k = \frac{h^2}{a^2} \frac{\mathrm{L}\,\Delta_1 - \mathrm{L}\,\Delta_2}{t_1 - t_2},$$

Δ_1 et Δ_2 étant les résultats bruts des observations, proportionnels aux déviations du rayon.

» Cette détermination de k est ainsi indépendante de l'organisation de l'expérience.

» Pour la commodité et la sensibilité des mesures, il est cependant important d'observer en des temps aussi voisins que possible du début de l'expérience. Les remarques suivantes peuvent y aider.

» En remplissant la cuve à l'origine, exactement par moitié, des deux solutions, les termes pairs disparaissent dans l'expression de la dérivée $\frac{dc}{dx}$.

De plus, aux niveaux particuliers $\frac{h}{3}$ et $\frac{2h}{3}$, le troisième terme disparaît également, de sorte que, en ces points, on atteint très rapidement la variation des déviations suivant la loi $e^{-\frac{\pi^2}{h^2}kt}$.

» On peut aussi faire une combinaison d'observations qui variera suivant cette loi, dès le début de l'expérience. Observant les déviations aux niveaux $\frac{h}{6}$, $\frac{h}{3}$ et $\frac{h}{2}$, si l'on fait la somme $\Delta_{\frac{h}{6}} + \sqrt{3}\,\Delta_{\frac{h}{3}} + \Delta_{\frac{h}{2}}$, elle se réduit à une expression proportionnelle à $e^{-\frac{\pi^2}{h^2}kt}$, les facteurs des autres exponentielles s'annulant.

» On a ainsi rempli une cuve de 52^{mm} de hauteur, moitié d'acide chlorhydrique à 1,5 pour 100, moitié d'eau distillée, et l'on a observé les déviations des rayons lumineux aux niveaux $\frac{h}{6}$, $\frac{h}{3}$, $\frac{h}{2}$, $\frac{2h}{3}$, $\frac{5h}{6}$.

» Le Tableau suivant renferme ces déviations en unités arbitraires, aux heures 2, 5, 8, 12 et 24. Il contient aussi les valeurs de l'expression

$$\Sigma = \left(\Delta_{\frac{h}{6}} + \Delta_{\frac{5h}{6}}\right) = \sqrt{3}\left(\Delta_{\frac{h}{3}} + \Delta_{\frac{2h}{3}}\right) + 2\Delta_{\frac{h}{2}},$$

qui a une valeur double de celle indiquée plus haut, et les différences logarithmiques de Σ, ramenées à l'unité de temps (seconde). Ces différences, on le voit, sont constantes dès le début, malgré que la distribution sinusoïdale ne soit établie qu'après la douzième heure.

Heures.	$\Delta_{\frac{h}{6}}$.	$\Delta_{\frac{h}{3}}$.	$\Delta_{\frac{h}{2}}$.	$\Delta_{\frac{2h}{3}}$.	$\Delta_{\frac{5h}{6}}$.	Σ.	$\mathcal{L}.\Sigma$.	$\delta.\mathcal{L}\Sigma$.	$\frac{\delta.\mathcal{L}\Sigma}{t'-t}\times 10^5$.
2	50	470	1021	420	48	3690	5,911		
								112	1,04
5	172	500	659	460	160	3310	5,799		
								106	0,98
8	205	444	538	416	198	2967	5,693		
								155	1,03
12	206	368	432	362	207	2541	5,538		
								435	1,01
24	135	240	275	236	137	1646	5,103		

» Nous exposerons ultérieurement le mode expérimental que nous avons adopté pour la mesure des déviations, ainsi que les principaux résultats des expériences déjà faites. »

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des tubes de Geissler dans un champ magnétique*. Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« Les tubes dont je me suis servi étaient cylindriques, avaient 1^m de long environ et 17^{mm} de diamètre extérieur ; ils étaient pourvus de grosses électrodes en aluminium. L'un contenait des vapeurs d'alcool ou d'éther et donnait de belles stratifications; un second ne contenait que de l'oxygène raréfié; le troisième, qui donnait aussi de très belles stratifications, contenait de l'hydrogène mélangé d'un peu d'azote (d'après l'analyse spectrale). Les phénomènes dont je vais parler étaient les mêmes pour les trois tubes. Le champ magnétique était fourni par un électro-aimant Weiss.

» I. Si l'on place un de ces tubes entre les pôles de l'électro-aimant de façon que sa direction soit perpendiculaire au champ magnétique, dès que le champ est produit on voit les phénomènes suivants.

» La lumière anodique se réduit à un mince filet collé à la paroi du tube dans la partie où le champ est intense, ce qui est un phénomène bien connu et facilement explicable par l'action électromagnétique qu'exerce le champ sur le courant constitué par le flux anodique. Mais, en même temps, on voit les stratifications se resserrer dans la partie soumise au champ et d'autant plus que celui-ci est plus intense. Le tube étant assez long pour que l'anode et la cathode fussent sensiblement soustraites à l'action du champ, on peut remarquer que, pendant la période où le champ croît (qui est assez longue dans un puissant électro-aimant, à cause de la self-induction), les stratifications se tassent du côté où le champ est le plus intense, tandis que de nouvelles stratifications semblent s'échapper de l'anode; du côté de la cathode, au contraire, les stratifications restent immobiles. A en juger seulement par les apparences, on dirait que la matière contenue entre deux strates obscures reste constante, pendant que le champ augmente d'intensité, et qu'elle se condense dans la partie soumise au champ, tandis qu'une nouvelle quantité de matière s'échappe de l'anode pour combler le vide produit par le tassement de la matière dans le champ. Ce n'est là qu'une image, bien entendu, pour faire comprendre l'aspect du phénomène. Il va sans dire que, si l'on fait décroître l'intensité du champ magnétique, on voit les phénomènes inverses se produire.

» En même temps on observe un autre phénomène : les stratifications, normales à l'axe du tube dans les parties non soumises à l'action du champ, deviennent obliques à l'axe dans le champ et d'autant plus que celui-ci est plus intense, sans toutefois que cette inclinaison dépasse 45°, autant qu'on en peut juger ([1]).

» La loi de cette inclinaison est la suivante :

» *Les stratifications montent de la gauche à la droite d'un observateur qui serait placé dans l'axe du tube et qui regarderait dans le sens du champ* (qui regarderait le pôle sud). *Le plan de la strate contient la direction du champ.*

» Faisons remarquer qu'il est inutile d'indiquer si les pieds de l'observateur sont du côté de l'anode ou de la cathode, car si celui-ci venait à se retourner bout pour bout dans le tube, les stratifications monteraient encore de sa gauche à sa droite. Aussi, quand on vient à renverser le sens de la décharge dans le tube, le filet anodique dans le champ passe au côté opposé du tube, mais l'inclinaison des stratifications reste la même comme sens. Il en est autrement si l'on renverse le sens du champ magnétique : on voit alors l'inclinaison des stratifications changer de sens.

» Le phénomène se produit aussi bien dans un champ uniforme que dans un champ non uniforme, dans un champ constant que dans un champ variable. Les champs les plus convenables pour bien voir ces phénomènes d'obliquité sont compris entre 90 et 170 unités C.G.S. Pour des champs plus intenses, les stratifications disparaissaient dans les tubes que j'ai employés.

» II. Je vais signaler maintenant un second phénomène totalement différent du précédent et qui me paraît plus intéressant parce qu'il est paradoxal.

» Pour observer ce phénomène, le tube est placé dans les trous pratiqués à l'intérieur des pièces polaires, afin de laisser passer les rayons lumineux dans les expériences de polarisation rotatoire. La portion du tube placée entre les pièces polaires de l'électro-aimant se trouve ainsi dans un champ intense, suivant la direction de celui-ci. Dans mes expériences, ces pièces polaires étaient constituées par des cylindres de $0^m,07$ de diamètre, terminées par des faces planes, et distantes de $0^m,04$ et $0^m,05$.

» En l'absence du champ, la portion du tube comprise entre les pièces polaires est complètement remplie par la lumière anodique; mais, dès

---

([1]) Je n'ai pas mesuré cette inclinaison; elle n'est pas constante, du reste, dans l'étendue d'une même strate, car celle-ci prend une forme nettement courbe.

qu'on produit un champ intense (2500 à 3000 unités C.G.S.), on voit le faisceau anodique diminuer de diamètre et ne plus occuper qu'un tiers environ de la section du tube suivant l'axe, de façon que la lumière anodique ne touche plus les parois du tube.

» Il paraît difficile d'expliquer ce phénomène par une action électromagnétique : 1° parce que le courant est ainsi dirigé suivant la direction même du champ et que, du reste, tout est symétrique autour du tube; 2° parce que, si l'on change soit le sens du courant en intervertissant les rôles des électrodes, soit le sens du champ, le phénomène ne change pas de sens, ce qui est contraire à la loi des actions électromagnétiques.

» On ne voit donc comme possible qu'une action simplement magnétique : les gaz, s'ils sont magnétiques, doivent se condenser dans les parties où le champ a le maximum d'intensité, et, s'ils sont diamagnétiques, dans les parties où le champ a le minimum d'intensité. Au moyen de la petite bobine exploratrice de Verdet, j'ai étudié l'intensité du champ dans ses différentes régions : il est à peu près uniforme entre les pièces polaires; pourtant il a un maximum d'intensité sur l'axe de symétrie; on trouve qu'en face des trous des pièces polaires la valeur du champ est supérieure d'un trentième à la valeur qu'il possède en face du fer dans la partie voisine des trous. La concentration du gaz suivant l'axe du tube s'explique donc aisément pour un gaz magnétique, comme l'oxygène; mais le phénomène est le même pour l'hydrogène, et je me suis assuré dans ce cas, comme dans les autres, au moyen de l'analyse spectrale, de la nature du gaz qui compose le cylindre axial. Faut-il admettre que tous les gaz que j'ai étudiés, y compris l'hydrogène, sont magnétiques dans les circonstances où ils se trouvent quand ils sont illuminés par la décharge? »

PHYSIQUE. — *Pouvoir refroidissant et conductibilité de l'air.* Note de M. P. Compan, présentée par M. Mascart.

« J'ai déterminé les vitesses de refroidissement d'une boule de cuivre noircie de 2^{cm} de diamètre, placée au centre d'un ballon de verre dans lequel était introduit de l'air sec, à des pressions différentes, par la méthode et avec le dispositif indiqués dans ma Note précédente [1].

---

[1] Compan, *Lois du rayonnement aux basses températures* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 813).

» On sait que Dulong et Petit ont donné pour le facteur de refroidissement dû à l'air l'expression $np^c t^b$, p étant la pression, t l'excès de température du corps sur l'enceinte, n une constante pour un même corps.

» J'ai déterminé les valeurs des exposants c et b dans le cas de deux enceintes différentes, avec un ballon de 16^{cm}, puis avec un ballon de $8^{cm},3$ de diamètre.

» 1° *Ballon de* 16^{cm}. — J'ai fait huit déterminations à des pressions constantes comprises entre $759^{mm},5$ et $1^{mm},5$; dans chacune, les températures de la boule variaient de 280° à 0°, le ballon étant entouré de glace fondante. Les courbes d'égale pression et d'égale température que j'ai obtenues sont continues; celles-ci montrent que la vitesse décroît régulièrement de 759^{mm} à 15^{mm}; au-dessous, la diminution devient très rapide.

» Les valeurs de b et c sont calculées, comme l'ont fait de la Provostaye et Desains [1], de façon à éliminer la part due au rayonnement.

» *Valeurs de b*. — En prenant des pressions comprises entre $759^{mm},5$ et 15^{mm}, les valeurs de b sont très peu différentes, et leur moyenne est constante et égale à 1,232; pour des pressions inférieures à 15^{mm}, les moyennes de b augmentent quand la pression diminue; ainsi, avec $p = 5^{mm}$, on a $b = 1,282$; avec $p = 1,5$, on a $b = 1,296$.

» *Valeurs de c*. — Ces valeurs oscillent sans règle autour de 0,45 avec des écarts plus grands que pour b, mais leur moyenne est sensiblement 0,45; pour des pressions inférieures à 15^{mm}, elles vont aussi en augmentant.

» 2° *Ballon de* $8^{cm},3$. — J'ai fait de même huit déterminations entre $759^{mm},4$ et 3^{mm}, les températures variant de 302° à 0°.

» Les courbes d'égale pression sont plus inclinées que celles du grand ballon. Les isothermes montrent : 1° qu'à une même température la vitesse est plus petite que dans le grand ballon; 2° qu'à partir de 50^{mm} jusqu'à 3^{mm}, la vitesse reste constante, et enfin qu'au-dessous de 3^{mm} jusqu'à zéro la diminution de vitesse est très brusque.

» Le calcul de b et c, pour des pressions supérieures à 50^{mm}, donne des nombres plus faibles que les précédents, mais constants; je trouve $b = 1,154$, $c = 0,30$.

» *En résumé*, avec un ballon de 16^{cm}, on a $b = 1,232$, $c = 0,45$ (nombres donnés par Dulong et Petit), tant que la pression est supérieure à 15^{mm}; la moyenne de b a toujours été de 1,232, alors que, d'après les expériences de Desains, la moyenne de b semblait devenir arbitraire. Pour des pressions inférieures et allant en diminuant, j'ai trouvé que ces valeurs augmentent toutes deux.

» Avec un ballon de $8^{cm},3$ pour des pressions supérieures à 50^{mm}, j'ai trouvé des valeurs de b et c plus petites ($b = 1,154$, $c = 0,30$), mais constantes, tandis que Desains a trouvé que, dans les petites enceintes, b et c n'étaient plus constants.

» *Conductibilité*. — On admet que, lorsque la vitesse v_1 devient indé-

---

(1) DE LA PROVOSTAYE et DESAINS, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XVI, p. 343.

pendante de la pression, les courants de convection n'ont plus lieu et que le refroidissement de l'air est dû à sa conductibilité.

» En retranchant de ces vitesses v_1 les vitesses v_2, dues au rayonnement, que j'ai obtenues avec ce ballon, on peut calculer la conductibilité K_0 de l'air à zéro, ainsi que son coefficient de température γ. On a, en effet, pour la conductibilité K à t degrés,

$$K = \frac{Pce}{tS}(v_1 - v_2),$$

P poids de la boule $= 38^{gr},539$; c chal. spéc. du cuivre rouge $= 0,0968$; e épaisseur du mur gazeux $= 3^{cm},15$; S surface de la boule.

» Je trouve que, de 300° à 0°, les valeurs de K sont sensiblement représentées par une droite qui donne, pour la conductibilité à 0°, $K_0 = 0,0000479$ et, pour coefficient de température, $\gamma = 0,00130$. La valeur de K_0 est identique à celle trouvée par plusieurs physiciens, mais celle de γ est plus petite que celles qui ont été publiées; elle montre que, dans ce cas, on a $\frac{K_t}{K_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$, conformément à la théorie de Clausius. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observation de couronnes antisolaires au Puy de Dôme.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

« Depuis le 2 octobre 1901, j'ai eu l'occasion d'observer quatre fois, au sommet du Puy de Dôme, les *couronnes antisolaires* ou *spectre du Brocken* (1). M. David, météorologiste résidant à l'observatoire du sommet, l'a observé plus de vingt fois dans la même période et a pu faire quelques mesures de diamètres apparents.

» Le 3 octobre au matin, nous étions sur la tour de l'observatoire, quand nous fûmes enveloppés d'un brouillard léger sur lequel chacun de nous vit se projeter son ombre, entourée d'une auréole pâle, et, tout autour, une couronne d'une dizaine de degrés de diamètre, orange sur son bord extérieur.

» Le 10 novembre, avant le coucher du Soleil, on pouvait voir l'ombre du Puy de Dôme se projeter sur une *mer de nuages* qui couvrait les plaines. En se mettant sur la tour, ou sur un point du *profil* de la montagne, chacun

(1) Mascart, *Optique*, t. III, § 742, p. 424.

voyait encore l'ombre de sa tête entourée d'une auréole et, cette fois, de deux couronnes qui *paraissaient* localisées à la surface de la mer de nuages, à plusieurs kilomètres de l'observateur. Le phénomène doit être fréquent; il ne paraît pas y avoir été signalé jusqu'ici.

» *Mesures faites le* 1er *décembre* 1901, *de* $3^h 45^m$ *à* $4^h 15^m$ *soir.* — M. David a observé jusqu'à trois couronnes, sans compter l'auréole centrale blanc jaunâtre bordée extérieurement de rouge. Dans les autres couronnes, les couleurs sont disposées de même, toujours le rouge en dehors. La première est jaune à l'intérieur; dans les autres, la couleur la plus visible en dedans est le vert.

» A l'aide d'un sextant, on faisait alternativement une mesure du diamètre extérieur de la première couronne et de son diamètre intérieur. L'ensemble des deux mesures pouvait durer une à deux minutes. On recommençait; et cette répétition a permis de saisir sur le fait une variation continue, assez rapide, dans le diamètre de la couronne.

Première couronne : demi-diamètre apparent.

Observations.	Rouge (extérieur).	Observations.	Jaune (intérieur).
	° ′		° ′
1.......	5.16	2.......	3. 2
3.......	5.14	4.......	3. 0
5.......	5.10	6.......	3. 0
7.......	5. 2	8.......	2.30
9.......	4.58	10.......	2.25

» Deuxième couronne : demi-diamètre extérieur compris entre 8°22′ et 8°40′.

» La troisième couronne n'était pas assez nette pour se prêter à des mesures.

» *Mesures faites le* 2 *décembre* 1901, *de* $2^h 30^m$ *à* $3^h 10^m$ *soir.* — On a observé quatre couronnes, outre l'auréole. J'extrais quelques nombres du registre de M. David.

Première couronne : demi-diamètre apparent.

Observations.	Rouge (extérieur).	Observations.	Jaune (intérieur).
	° ′		° ′
1.......	2.30	2.......	1.18
3.......	2.43	4.......	1.20
5.......	2.48	6.......	1.15
....	....	....	....
29.......	3.38	30.......	1.52
31.......	3.32	32.......	1.46

» A ce moment, l'observateur est interrompu par la chute d'une masse de givre, détachée de l'anémomètre et qui le recouvre complètement. Il reprend les mesures cinq à six minutes après :

Première couronne : demi-diamètre apparent.				Deuxième couronne.		Troisième couronne.	
Bord rouge.		Bord jaune.		Bord rouge.		Bord rouge.	
Obs. 33...	2°.42′	Obs. 34...	1°.19′	»		»	
43...	2.32	44...	1.23	Obs. 45...	4°.12′	Obs. 46...	5°.50′
47...	2,26	48...	1.18	49...	4.17	50...	»
51...	2.27	52...	1.15	53...	4.50	54...	5.40
55...	2.48	56...	1.24	57...	5.00	»	
58...	3.00	59...	1.35	60...	5.10	»	
61...	3.10	62...	1.41	»		»	

» Auréole centrale : bord extérieur rouge, 0°48′ à 0°52′.

» Ici, les oscillations du diamètre avec le temps sont bien manifestes. Si l'on compare ces nombres avec ceux de la veille, on voit que le diamètre apparent des couronnes du même ordre peut varier du simple au double du jour au lendemain.

» Il restait à examiner si ces variations sont en relation avec des changements dans l'état du brouillard, qu'on puisse déceler par d'autres moyens. Le diamètre des couronnes doit augmenter quand la grosseur des gouttes diminue.

» J'ai examiné, pour le 1er et le 2 décembre, les courbes fournies par le thermomètre et l'hygromètre enregistreurs du Puy de Dôme, et aussi les courbes des enregistreurs de la station d'Orcines, qui fait partie du réseau de stations de la Commission météorologique départementale. Elle est située à 832m d'altitude, sur le plateau qui sert de socle à la chaîne des Puys, à environ 4km à vol d'oiseau à l'est-nord-est du Puy de Dôme; en outre des instruments à lecture directe, l'observateur, M. Gilbert Lefebvre, a installé des enregistreurs depuis plusieurs années. Les couronnes étaient observées au Puy de Dôme sur le brouillard, à peu près dans la direction d'Orcines, et Orcines était à 200m ou 300m *au-dessous* du niveau de la couche de brouillard d'où le Puy de Dôme émergeait. Il y avait donc intérêt, pour savoir ce qui se passait à la surface du brouillard, à comparer les nombres donnés au-dessus et au-dessous.

» 1. Le 2 décembre, l'humidité relative est presque 100 au Puy de Dôme; elle varie entre 80 et 90 à Orcines. Elle présente, vers 3h, aux deux stations, un ressaut léger, mais brusque; ressaut précédé et suivi à Orcines de deux portions de courbes légèrement descendantes. A 3h, on a +1° à Orcines et +2° au Puy de Dôme. Le vent est assez fort, et l'état de condensation dans les couches supérieures du brouillard subit ainsi des oscillations.

» 2. Le 1er décembre, les résultats sont plus nets. L'humidité relative augmente de 80 à 81 entre 3h30m et 4h au Puy de Dôme et de 62 à 69 à Orcines; elle passe, un peu après 4h, par un maximum. En même temps, il y a aux deux stations baisse de température (+1°,5 à −0°,5; et +0°,3 à −0°2). *L'humidité augmente certainement*

aux deux stations pendant la période des observations où l'on a vu le diamètre des couronnes diminuer.

» 3. *Si l'on compare les deux journées, on voit que celle qui est la plus humide correspond aux plus petites couronnes.*

» Il semble bien que, malgré ces variations, les rapports du diamètre intérieur de la première couronne et des diamètres des suivantes, au diamètre extérieur de la première, gardent des valeurs constantes. La dispersion resterait ainsi indépendante de la grosseur des gouttes. »

PHYSIQUE. — *Sur un thermomètre à éther de pétrole.* Note de **M. L. Baudin**, présentée par M. H. Moissan.

« M. Kohlrausch a signalé l'éther de pétrole comme corps thermométrique incongelable dans l'air liquide ([1]) et M. P. Chappuis a rappelé ce fait au Congrès international de Physique ([2]).

» Dans ces derniers temps, M. Holborn a étudié comparativement un thermomètre à éther de pétrole avec la pince thermométrique et le thermomètre à hydrogène ([3]).

» Les liquides employés ne restaient pas toujours limpides aux basses températures de l'air liquide.

» Je me suis servi avec succès d'un éther de pétrole plus léger que celui de Kohlrausch et d'une densité de 0,647 à $+15°$, pour la construction d'un semblable thermomètre.

» Cet éther s'est parfaitement comporté dans l'air liquide mis obligeamment à ma disposition par M. Moissan, et il est resté incongelé et parfaitement transparent. Nous avons pu déterminer la graduation, au moyen de la glace fondante et des points d'ébullition du chlorure de méthyle, de l'oxyde azoteux et de l'oxygène. »

CHIMIE. — *Sur la constante de dilution des dissolutions salines.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

« De ce que, à toute température, la chaleur de dissolution varie dans le même sens que le degré de dilution, il résulte que le taux de la dissolu-

---

([1]) *Wied. Ann.*, t. LX, p. 463; 1897.

([2]) *Rapport présenté au Congrès international de Physique*; 1900.

([3]) *Ann. der Physik*, vierte Folge; 1901.

tion est sans action sur le point mort de dilution, c'est-à-dire sur la température à laquelle la dilution se fait sans absorption ni dégagement de chaleur ([1]). Cette température ne dépend alors que de la nature du corps dissous; c'est une *constante caractéristique* qui, à l'instar du poids moléculaire, n'est pas influencée par certaines conditions physiques, telles que la densité de la solution et, par suite, la pression osmotique.

» Ce résultat, trouvé sur des dissolutions aqueuses de sel marin à 25^{gr} par litre, s'étend à la solution saturée qui est dix fois plus concentrée. Celle-ci, enfermée dans une ampoule de 100^{cc}, est plongée dans un vase clos contenant 400^{cc} d'eau distillée. On agite longtemps les liquides placés dans une enceinte à température constante; puis, lorsque l'équilibre de température est atteint, on brise l'ampoule et l'on observe le refroidissement indiqué par les thermomètres placés dans l'ampoule et dans l'eau. En portant en ordonnées les refroidissements et en abscisses les températures d'opération correspondantes, on obtient une courbe presque rectiligne qui coupe l'axe des abscisses sous un angle très ouvert, de sorte que le point d'intersection, qui est le point mort cherché, est très net. Pour le sel marin, les résultats obtenus sont portés au Tableau ci-dessous; ils conduisent à 52° pour la valeur du point mort de dilution relatif à la solution saturée. C'est exactement la température que nous avons trouvée par une autre méthode, en opérant sur des dissolutions dix fois plus étendues (*loc. cit.*).

» Remarquons toutefois que notre mode opératoire initial n'a pas la précision de celui que nous venons d'exposer, du moins quand les chaleurs de dilution sont faibles. Car, d'une part, la dissolution d'un solide, étant moins rapide que la diffusion d'une liqueur saline, entraîne une correction plus forte; d'autre part, les courbes dont on cherche l'intersection étant très rapprochées, une faible erreur ($\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{100}$) sur les déterminations et les corrections de température vers 100° fait considérablement varier la position du point d'intersection ([2]).

([1]) *Sur les points d'inversion des dilutions* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 585; 14 octobre 1901).

([2]) C'est ainsi que la température de 83°, indiquée dans ma dernière Note comme point mort de dilution d'une solution de sel en liqueur chlorhydrique, se rapprocherait de 60°, nombre plus probable fourni en diluant directement une solution chlorhydrique saturée de sel marin dans un grand excès de la solution chlorhydrique exempte de sel. Il est vrai que dans un cas on part du sel anhydre et, dans l'autre cas, d'une combinaison plus ou moins dissociée NaCl, HCl.

» La méthode que je viens d'exposer montre que les solutions de chlorure de potassium se diluent sans changer de température à 64°, 5; celles de l'azotate de soude, vers 116°; celles de l'azotate de potasse, vers 122°. Ces deux derniers nombres, obtenus par extrapolation, sont moins rigoureux que ceux qui se rapportent au sel marin et au chlorure de potassium. Voici les données qui ont servi à établir ces chiffres : T désigne la température à laquelle le mélange a été fait, et A l'abaissement de température correspondant mesuré en degrés centigrades et relatif à la dilution de 100^{cc} de liqueur saturée dans 400^{cc} d'eau distillée.

NaCl.		KCl.		AzO^3Na.		AzO^3K.	
T.	A.	T.	A.	T.	A.	T.	A.
15° ...	−0°,715	13°,4...	−0°,465	14°,4...	−2°,33	41°,5...	−0°,39
36,7...	−0,25	29 ...	−0,31	18 ...	−2,22	49,3...	−0,35
43,8...	−0,15	40,3...	−0,21	29,3...	−1,94		
46,6...	−0,085	41,5...	−0,20	42 ...	−1,62	57,2...	−0,31
53,5...	+0,03	46,3...	−0,145	89,7...	−0,63	88 ...	−0,16
54,2...	+0,03	56,3...	−0,07	92,7...	−0,59	92 ...	−0,145
		92,8...	+0,18				

» La dissolution de sel marin soumise à l'expérience renfermait 310^{gr} de sel par litre, celle de chlorure de potassium 278^{gr}; 100^{gr} d'eau avaient été ajoutés à 25^{gr} de salpêtre et à 80^{gr} de nitrate de soude.

» En expérimentant sur une solution de nitrate sodique trois fois plus étendue, le point mort de dilution ne paraît pas varier; mais, là encore, sa détermination résulte aussi d'une extrapolation.

» Il reste à voir si les sels hydratés jouissent de la même propriété que les sels anhydres que nous venons d'étudier. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le strontium métallique et son hydrure.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. A. Haller.

« Le Travail que M. Gautier vient de publier sur les alliages du strontium avec le zinc et le cadmium me force à présenter à l'Académie, quoique encore incomplets, les résultats de recherches en cours d'exécution sur le strontium et son hydrure.

» Le strontium donne, comme on le sait, de même que le baryum, par électrolyse de la solution aqueuse de son chlorure, avec une cathode de mercure, un amalgame assez facile à obtenir en grande quantité, quoiqu'il

soit assez altérable, et dont nous avons étudié la composition, il y a déjà quelques années, M. Ferée et moi.

» Comme les propriétés du strontium sont encore peu connues, j'ai cherché à retirer le métal de son amalgame, en suivant la même méthode et le même dispositif expérimental que pour le baryum.

» Lorsqu'on chauffe dans le vide, avec précaution et très lentement, de l'amalgame de strontium dans une nacelle en fer, il perd son mercure, moins facilement, il est vrai, que le baryum dans les mêmes conditions; l'amalgame de strontium s'agglomère au rouge, mais, comme il ne fond pas aussi facilement que celui de baryum, il faut porter la nacelle à une température plus élevée. On obtient alors un produit d'aspect métallique qui ne renferme plus que des traces de mercure: c'est le strontium.

» Lorsqu'on chauffe l'amalgame de strontium dans un courant d'hydrogène, on constate que l'absorption de ce gaz commence à une température plus élevée que pour le baryum; il y a également formation d'un hydrure blanc, fusible au rouge et de formule SrH^2, d'après mes analyses; mais il est difficile de transformer ainsi tout l'amalgame en hydrure, car, en fondant, ce dernier recouvre l'amalgame et l'empêche de perdre tout son mercure, même à 1200°. Dans les mêmes conditions, avec l'amalgame de baryum tout le produit eût été volatilisé.

» Lorsqu'on veut obtenir l'hydrure pur, il faut commencer par préparer le strontium en chauffant convenablement l'amalgame dans le vide, puis en faisant arriver l'hydrogène lorsque tout le mercure est sensiblement chassé.

» Les propriétés du strontium sont semblables à celles du baryum; il semble cependant ne pas se combiner aussi facilement à l'ammoniaque liquide, ou, du moins, dans les conditions où le baryum donne facilement avec AzH^3 le liquide mordoré caractéristique des ammoniums, le strontium est sans action. J'étudie d'ailleurs les conditions de formation de ce composé.

» Je compte aussi donner bientôt toutes les analyses montrant la pureté des corps ainsi obtenus, et déterminer leurs chaleurs de formation, pour les comparer à celles des autres métaux alcalinoterreux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la pluralité des oxydes bleus de molybdène.* Note de M. G. **Bailhache**, présentée par M. Haller.

« C'est avec la plus grande facilité que l'on peut obtenir de l'oxyde bleu de molybdène, en partant du composé $Mo^2O^5,2SO^3$ que j'ai décrit dans une Note précédente [1].

» Il suffit, en effet, d'exposer à l'action de l'air une solution suffisam-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII; février 1901.

ment concentrée de ce sulfate, pour voir sa nuance passer du brun au vert, puis au bleu de plus en plus pur. Il se dépose en même temps, au fond du vase, une matière bleue, en conglomérats présentant souvent l'aspect de cubes très réguliers, quoique non cristallins. Mais la composition de ce corps varie avec les circonstances qui président à sa production, selon le temps plus ou moins long d'exposition à l'air, selon aussi la nature de la solution saline qui a été employée pour son lavage, et qu'il est difficile d'enlever complètement, car il se dissout dans l'eau avec la plus grande facilité, à mesure que l'on élimine le sel dont il était imprégné.

» La solution bleue, traitée par le chlorure d'ammonium, laisse également précipiter un oxyde bleu, mais sa purification présente les mêmes difficultés que dans le premier cas.

» Devant la composition variable de tous les corps que l'on peut obtenir ainsi, la question se pose de savoir : si l'oxyde bleu ne constitue qu'un composé unique, ou si, au contraire, on peut préparer plusieurs oxydes de molybdène, présentant ce caractère commun d'être bleus, mais différant les uns des autres par leur constitution. C'est le problème que je me suis efforcé de résoudre dans le présent Travail.

» Je suis parti de cette hypothèse, que le composé $Mo^2O^5, 2SO^3$, au lieu de contenir de l'anhydride sulfurique, comme je l'avais d'abord pensé, pourrait fort bien être le sulfate d'un radical composé Mo^2O^3, et que sa formule, dans ce cas, devenant $Mo^2O^3, 2SO^4$, il me serait peut-être possible, par une double décomposition avec un molybdate, d'éliminer l'acide sulfurique et de le remplacer par deux molécules d'acide molybdique.

» Je préparai donc le molybdate de baryum $BaMoO^4$, avec le plus de soin possible, et je le fis réagir sur le sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$ récemment préparé, et séché sous la machine pneumatique, dans les proportions voulues par la réaction suivante :

$$Mo^2O^3, 2SO^4 + 2BaMoO^4 = 2BaSO^4 + Mo^2O^3, 2MoO^4.$$

» Pour réussir cette expérience, il ne faut pas dissoudre préalablement le sulfate, mais mélanger dans un ballon à moitié plein d'eau distillée les deux sels broyés séparément au mortier.

» On chauffe le mélange au bain-marie, dans un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène, qui a le double but d'empêcher l'accès de l'air et de brasser le mélange.

» On voit le liquide se colorer peu à peu en bleu avec une intensité croissante ; au bout de trois à quatre heures, la réaction est complètement terminée, ce dont on s'assure en constatant par les réactifs qu'il ne reste en solution ni baryte ni acide sulfurique. La liqueur est filtrée et évaporée à sec dans le vide. L'oxyde se présente sous l'aspect d'un vernis d'un bleu noir, qui se détache des parois du vase en fragments irréguliers.

» L'analyse en est assez facile; il suffit, en effet, d'en oxyder un poids déterminé, préalablement dissous dans l'eau, par l'acide azotique et de l'évaporer à l'étuve : le résidu, par une légère calcination, donne de l'anhydride molybdique bien pur. L'oxygène nécessaire pour l'oxyder complètement est évalué à l'aide d'une solution de bichromate de potasse titrée, d'après la méthode que j'ai utilisée pour l'analyse du sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$. L'eau a été obtenue par différence. L'analyse conduit pour ce corps à la formule

$$Mo^2O^3, 2MoO^4, 6H^2O.$$

» Cette première expérience me parut justifier l'hypothèse du radical Mo^2O^3; elle permettait d'espérer l'obtention d'oxydes bleus plus riches en acide molybdique; c'est ce que je tentai de réaliser immédiatement.

» Je préparai cette fois le molybdate de baryum ordinaire $Ba^3Mo^7O^{24}$, et je le fis réagir sur le sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$, dans les mêmes conditions que la première fois, et dans les proportions voulues par la réaction suivante :

$$3Mo^2O^3, 2SO^4 + 2Ba^3Mo^7O^{24} = 6BaSO^4 + [(Mo^2O^3)^3(Mo^7O^{24})^2].$$

» La liqueur bleue obtenue et desséchée dans le vide donne un oxyde bleu en écailles, dont l'aspect est absolument le même que celui du premier oxyde. Il répond exactement au composé résultant de la double décomposition précédente. Sa formule est, en effet,

$$(Mo^2O^3)^3(Mo^7O^{24})^2, 18H^2O.$$

» Ces deux composés, quoique différant par leur constitution, présentent absolument les mêmes caractères, et il est impossible de les distinguer par une réaction qui leur soit propre. L'intensité de leur pouvoir colorant m'a paru de même valeur.

» Ils sont également solubles dans l'eau et présentent toutes les propriétés que M. Guichard a décrites dans son Travail sur l'oxyde bleu dérivé du bioxyde de molybdène ([1]); je ne vois donc pas la nécessité de les énumérer. La seule réaction caractéristique de ces deux nouveaux oxydes bleus, c'est l'action des alcalis qui précipitent un oxyde de couleur chamois pâle tout différent du bioxyde de molybdène; je me réserve d'étudier ultérieurement ce composé.

» Il est probable qu'il est possible d'obtenir encore d'autres oxydes bleus de molybdène en faisant réagir successivement sur le sulfate $Mo^2O^3, 2SO^4$ chacun des sels de la série des molybdates de baryum; mais il me suffit d'avoir, dans cette Note, établi, je crois, d'une façon certaine, que, en dehors de l'oxyde bleu dérivé du bioxyde de molybdène trouvé par M. Guichard, il existe toute une série d'oxydes bleus constitués comme

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 389 et 419.

les molybdates et n'en différant que par le remplacement du métal par un radical composé tétratomique Mo^2O^3 auquel je propose de donner le nom de *molybdyle*. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorobenzoate et le dibenzoate de méthylène.* Note de M. **Marcel Descudé**, présentée par M. Haller.

« Ces deux nouveaux composés s'obtiennent simultanément, et en proportions à peu près égales, dans l'action du chlorure de benzoyle sur le trioxyméthylène, en présence de chlorure de zinc.

» Dans une récente Note (¹), j'ai indiqué le mode préparatoire; mais, à cette époque, je n'avais pas obtenu le chlorobenzoate à l'état de pureté. Je l'ai isolé depuis, en rectifiant le liquide distillé, d'abord à la pression ordinaire, au tube Lebel, jusqu'à ce que le thermomètre se fixe. Il marque alors 210° (pression : 740^{mm}). Comme il y a une décomposition, rendue manifeste par le dépôt de trioxyméthylène dans les parties froides de l'appareil, on arrête l'opération et l'on distille dans le vide. Dans ces conditions, il passe à 120°-122° (pression : 12^{mm}), et sans décomposition, un liquide répondant à la formule du chlorobenzoate de méthylène :

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5 - COO \\ Cl \end{matrix}\right\rangle CH^2.$$

» Ce chlorobenzoate est un liquide incolore, plus lourd que l'eau ($D_{20^\circ} = 1,236$), dans laquelle il est insoluble, et sans action sensible sur ce dissolvant. Il ne se solidifie pas à — 15°. Il est très réfringent et très dilatable.

» Il peut être transformé intégralement en dibenzoate, en chauffant ensemble, pendant quatre heures environ, vers 150°, des poids équivalents de chlorobenzoate de méthylène et de benzoate de potassium bien desséché :

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5 - COO \\ Cl \end{matrix}\right\rangle CH^2 + C^6H^5 - COOK = KCl + \left.\begin{matrix} C^6H^5COO \\ C^6H^5COO \end{matrix}\right\rangle CH^2.$$

» *Action du gaz ammoniac sec.* — Lorsqu'on dirige un courant lent de gaz ammoniac, *bien desséché*, dans du dibenzoate fondu, maintenu à la température de 150° environ,

(¹) *Comptes rendus*, 12 août 1901.

on constate rapidement la formation de vapeur d'eau que l'on peut condenser à l'aide d'un dispositif spécial. En outre, il se sublime des cristaux qu'il est facile d'identifier avec le benzoate d'ammoniaque. Lorsque l'opération est terminée (au bout de trois heures environ), on reprend par l'alcool bouillant et l'on filtre. Par le refroidissement, il se dépose de fines aiguilles, très légères, qui envahissent rapidement toute la masse.

» Ce corps, purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool, se présente sous la forme d'aiguilles feutrées, très blanches, fusibles vers 218°, peu solubles à froid dans les divers dissolvants, mais très solubles dans l'alcool bouillant, et se sublimant un peu au-dessus de son point de fusion.

» Soumis à l'analyse, il répond à la formule brute $C^{15}H^{14}O^2Az^2$.

» Il est identique, comme propriétés et comme composition, au méthylènedibenzamide

$$\begin{matrix} C^6H^5-CO-Az\diagup H \\ \qquad\qquad\qquad \diagdown CH^2 \\ C^6H^5-CO-Az\diagdown H \end{matrix}$$

préparé pour la première fois par Schwarz, en oxydant l'acide hippurique par l'acide azotique ([1]).

» Enfin, la solution alcoolique étant évaporée à siccité, on obtient un produit solide, d'odeur de marée, et qui, sublimé, donne de l'acide benzoïque.

» La réaction, assez complexe en apparence, s'explique aisément. Il y a d'abord formation de benzamide (comme avec les éthers-sels)

$$\begin{matrix} C^6H^5-COO \\ C^6H^5-COO \end{matrix}\Big\rangle CH^2 + 2AzH^3 = 2(C^6H^5-CO-AzH^2) + \boxed{\begin{matrix} HO \\ H \end{matrix}}\; \begin{matrix} \\ O \end{matrix}\Big\rangle CH^2.$$

» Puis l'aldéhyde formique réagit sur le benzamide, en donnant le méthylènedibenzamide et de l'eau

$$2(C^6H^5-CO-AzH^2)^2 + CH^2O = H^2O + \begin{matrix} C^6H^5-COAz\diagup H \\ \qquad\qquad\quad \diagdown CH^2 \\ C^6H^5-COAz\diagdown H \end{matrix}$$

» Enfin, l'ammoniac, en présence d'eau, saponifie le dibenzoate, d'où la formation du benzoate d'ammoniaque et d'une nouvelle quantité d'aldéhyde formique sur laquelle l'ammoniac réagit pour donner, très probablement, de l'hexaméthylèneamine dont on perçoit très nettement l'odeur.

» L'ammoniac donne une réaction analogue avec le chlorobenzoate, réaction sur laquelle je reviendrai, ainsi que sur l'action des amines et, en particulier, sur celle de l'aniline dans laquelle on constate, ici encore, la formation de vapeur d'eau. »

([1]) *Ann. Chem.*, t. LXXV, p. 201.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les hyposulfites des amines aromatiques*. Note de **M. A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

« Ayant été amené à mélanger une solution d'hyposulfite de sodium à une solution de chlorhydrate d'aniline, j'ai constaté la formation d'un volumineux précipité cristallisé, dont l'abondance est quelquefois suffisante pour que le tout se prenne en une bouillie épaisse de feuillets blancs. Ces cristaux, purifiés par une recristallisation dans l'eau à 30°-40° C., d'où ils se déposent par refroidissement, possèdent la composition d'un *hyposulfite d'aniline* $(C^6H^5AzH^2)^2H^2S^2O^3$.

» Le seul composé de ce genre qui soit décrit dans la littérature chimique est l'hyposulfite de paraphénylènediamine, obtenu par Bernthsen dans des conditions identiques (*Liebig's Annalen*, t. CCLI, p. 62). Je me suis proposé de rechercher si d'autres amines aromatiques sont également susceptibles de se combiner à l'acide hyposulfureux pour donner des sels stables. Toutes les amines primaires que j'ai examinées, aussi bien dans la série benzénique que dans la série naphtalénique (aniline, ortho-, méta- et paratoluidine, α- et β-naphtylamine), donnent des hyposulfites normaux répondant à la formule $(RAzH^2)^2, H^2S^2O^3$. Les amines secondaires et tertiaires ne m'ont pas fourni les hyposulfites correspondants. Ainsi, en mélangeant une solution d'hyposulfite de sodium à une solution de mono- ou de diméthylaniline, il se forme un abondant dépôt de soufre, il se dégage de l'acide sulfureux, et, au bout de quelque temps, la base se précipite.

» Si l'on introduit un nouveau groupe amidé dans la molécule de l'amine tertiaire, comme cela est le cas pour la diméthylparaphénylènediamine dissymétrique, il y a de nouveau formation d'un hyposulfite. Mais, dans ce cas, le sel répond à la formule générale des hyposulfites des diamines

$$R\left\langle\begin{matrix}AzH^2\\AzH^2\end{matrix}\right., \quad H^2S^2O^3.$$

» Les hyposulfites des amines sont, en général, des corps très bien cristallisés et très stables; ceux d'aniline, de toluidine, de benzidine se sont conservés sans altération depuis près de deux ans. Ils sont modérément solubles dans l'eau, sauf celui de benzidine qui l'est très peu. Les solutions aqueuses ont une réaction acide nettement prononcée, et, quand on les chauffe, elles se décomposent bien avant l'ébullition.

» Les hyposulfites fondent en se boursouflant ; à l'état solide, la température de décomposition est plus élevée qu'à l'état dissous. La décomposition a lieu suivant l'équation :

$$(R.AzH^2)^2.H^2S^2O^3 = 2.R - AzH^2 + H^2O + SO^2 + S.$$

» Dans certains cas, comme dans celui de la paratoluidine, de la paraphénylènediamine, si l'on continue à chauffer pendant quelque temps, il se dégage de l'hydrogène sulfuré provenant de l'action ultérieure du soufre sur l'amine.

» Enfin, voulant aussi m'adresser à un dérivé d'une amine substituée dans le noyau, j'ai choisi la nitrosodiméthylaniline, dont la réaction avec l'hyposulfite est d'une si grande importance dans la préparation du bleu méthylène.

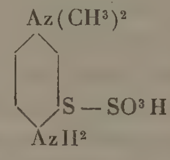
» En mélangeant du chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline à une solution d'hyposulfite de sodium dans la proportion de deux molécules du premier pour une du second, il ne se forme pas d'hyposulfite correspondant, mais il se précipite de la nitrosodiméthylaniline (base libre) et de l'acide diméthylparaphénylènediamine thiosulfonique.

» Voici les conditions dans lesquelles il convient d'opérer :

» On met en suspension 37^{gr} de chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline finement pulvérisé dans 200^{cc} d'eau froide et l'on ajoute 30^{cc} d'une solution d'hyposulfite de sodium à 50 pour 100. La liqueur, dont la couleur était d'abord jaune, se fonce rapidement et, en agitant, le chlorhydrate de nitrosodiméthylaniline se dissout presque complètement. Mais, au bout d'un temps très court, il se sépare des paillettes vertes brillantes de nitrosodiméthylaniline (p. f. 85°) et le tout se prend en masse.

» Après vingt-quatre heures de repos à la température du laboratoire, on essore et lave avec un peu d'eau, puis le précipité, séché d'abord dans le vide, est traité par la benzine pour dissoudre la nitrosodiméthylaniline. Il reste un résidu noir que l'on purifie par un lavage à l'acide acétique étendu et froid qui dissout un corps fortement coloré; la portion non soluble dans l'acide acétique est traitée par le carbonate de soude qui en dissout une grande partie, et la solution filtrée, acidifiée par l'acide acétique, laisse déposer de petits cristaux lourds de couleur gris verdâtre. Ces cristaux sont purifiés par dissolution dans le carbonate de soude et reprécipitation par l'acide acétique. Finalement, on les fait recristalliser dans l'eau chaude d'où ils se déposent par refroidissement, faiblement colorés en gris.

» Ces cristaux constituent l'acide diméthylparaphénylènediamine thiosulfonique



obtenu par Bernthsen (*Liebig's Annalen*, t. CCLI, p. 50) en oxydant par le bichro-

mate de potassium un mélange de diméthylparaphénylènediamine et d'hyposulfite de sodium. Sa composition répond, en effet, à la formule $C^8H^{12}Az^2S^2O^3$, et il s'est montré identique en tous points à l'acide préparé par la méthode de Bernthsen. Les sels alcalins sont extrêmement solubles dans l'eau; aussi ne sont-ils pas décrits; on peut cependant obtenir le *sel de potassium* en ajoutant une solution concentrée de carbonate de potassium à de l'acide mis en suspension dans une petite quantité d'eau. Recristallisé dans l'alcool étendu, ce sel se présente sous forme de feuillets brillants légèrement colorés, dont la composition répond à $C^8H^{11}Az^2S^2O^3K + H^2O$.

» Dans tous les essais entrepris jusqu'ici, le rendement en acide thiosulfonique a toujours été faible; il a varié entre 12 et 15 pour 100 de la théorie (calculé par rapport à la nitrosodiméthylaniline disparue). Cela tient à ce que, dans la réaction, il se forme des produits colorés dont je n'ai pas encore déterminé la nature. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des dérivés organométalliques* (IV). *Synthèse des cétones*. Note de M. **E.-E. Blaise**, présentée par M. A. Haller.

« J'ai montré, dans une Note précédente, que les dérivés éthéro-organomagnésiens réagissent sur les nitriles et donnent, dans certains cas, des combinaisons cristallisées facilement isolables. Ces combinaisons sont décomposées instantanément par l'eau et donnent naissance à des cétones, d'après la réaction suivante :

$$2\left[{R \atop R'}\!\!>C = Az - Mg - I(C^2H^5)^2O\right] + 4H^2O$$
$$= {R \atop R'}\!\!>CO + Mg(OH)^2 + MgI^2 + 2(C^2H^5)^2O.$$

» D'une manière générale, on opère comme il suit : on ajoute peu à peu 1^{mol} du nitrile dans la solution éthérée de $1^{mol},5$ du dérivé organométallique, puis on chauffe au bain-marie pendant un temps variable suivant les divers cas. On décompose ensuite par l'eau, puis par l'acide sulfurique étendu; on distille l'éther au bain-marie, et enfin on entraîne la cétone par la vapeur d'eau.

» Cette réaction est très générale; elle a lieu dans la série cyclique comme dans la série grasse, mais les meilleurs rendements sont obtenus avec les iodures alcooliques et les nitriles cycliques dont le groupement fonctionnel est fixé sur le noyau. Dans ce dernier cas, on constate une influence remarquable des groupements substituants sur la marche de la réaction. C'est ainsi qu'en opérant avec l'iodure de magnésium-éthyle et le benzonitrile on obtient le propionylbenzène avec un rendement de

80 pour 100; si l'on opère, au contraire, avec le nitrile *o*-toluique, le rendement en *o*-propionyltoluène s'abaisse à 17 pour 100; enfin, ce rendement est de 46 pour 100 si la condensation est effectuée sur le nitrile *p*-toluique. On voit donc que les chaînes latérales rendent la condensation d'autant plus incomplète qu'elles sont plus rapprochées de la fonction nitrile.

» Quant aux nitriles du type du cyanure de benzyle, ils fournissent de très mauvais résultats, mais les cétones correspondantes peuvent s'obtenir inversement, en condensant un nitrile acyclique avec le composé organométallique correspondant à un dérivé halogéné tel que le chlorure de benzyle.

» La généralité de la méthode que je viens d'indiquer a été vérifiée par la préparation d'un certain nombre de cétones nouvelles, ainsi que des semi-carbazones correspondantes.

» L'*éthyl-o-tolylcétone* est liquide et bout à 219°-221°; sa semi-carbazone fond à 173°. La *benzyl-n-propylcétone*, obtenue à l'aide du butyronitrile et du chlorure de benzyle, avec un rendement de 50 pour 100, possède une odeur anisée et bout à 238°-241°; sa semi-carbazone fond à 84°. La *benzyl-isoamylcétone*, préparée d'une manière analogue, mais à l'aide du nitrile isocaproïque, bout à 267° et donne une semi-carbazone fusible à 133°. L'*o-méthyldésoxybenzoïne* ne fournit qu'un rendement de 20 pour 100; elle bout à 317°-320° sous la pression ordinaire et à 191° sous 21^{mm}. Elle n'est que très peu entraînable par la vapeur d'eau et donne une semi-carbazone qui fond à 198°. La *n-butyl-p-tolylcétone* fond à 22° et bout à 266°-267°; sa semi-carbazone fond à 212°. La *n-propyl-p-tolylcétone* bout à 248°-250° et sa semi-carbazone fond à 232°; enfin, la *n-propyl-isoamylcétone* bout à 176°-178° et fournit une semi-carbazone fusible à 102°.

» J'ai également préparé par cette méthode l'éthylpropylcétone et l'éthylphénylcétone, déjà connues et dont les semi-carbazones, non encore obtenues, fondent, la première à 110°, et la seconde à 182°. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés basiques et la tétravalence de l'oxygène dans la série du xanthène.* Note de M. R. **Fosse**, présentée par M. A. Haller.

« Le premier, j'ai établi les propriétés basiques des dérivés monohalogénés de la série du xanthène; j'ai montré que ces corps, obtenus soit par l'action des halogènes sur les xanthènes, soit par celle des hydracides sur les hydrols correspondants, se conduisent comme des sels d'amine en formant des combinaisons avec plusieurs réactifs des alcaloïdes, etc.

» Les dérivés monohalogénés de la série du xanthène possédant des propriétés salines, les xanthènes eux-mêmes se conduisent-ils comme des bases?

» J'ai préparé un certain nombre de xanthènes et tous se sont comportés comme des amines vis-à-vis du chlorure de platine. Dans la présente Note, je décrirai seulement le chloroplatinate de dinaphtoxanthène.

» Lorsque, à une solution acétique de dinaphtoxanthène, on ajoute du chlorure de platine, on obtient un précipité rouge vif et l'on précipite entièrement ce xanthène à l'état de chloroplatinate. Cette combinaison peut être obtenue cristallisée par précipitation très lente; purifiée et séchée, elle répond à la formule

$$\mathrm{Pt\,Cl^4 + CH^2} \begin{array}{c} \diagup \mathrm{C^{10}H^6} \diagdown \\ \diagdown \mathrm{C^{10}H^6} \diagup \end{array} \mathrm{O}.$$

» *Donc, de même que les dérivés monohalogénés du dinaphtoxanthène sont les sels d'une base non azotée, de même le dinaphtoxanthène doit être regardé comme une base dépourvue d'azote.*

» Collie et Tickle ont montré que la diméthylpyrone est salifiable et représentent par la formule suivante son chlorhydrate



» Bæyer a établi que dans certaines circonstances l'oxygène possède des propriétés basiques et doit être considéré comme tétravalent.

» Admettant la tétravalence de l'oxygène et nous basant sur les propriétés basiques que nous venons d'établir, nous représenterons les dérivés monohalogénés de la série du xanthène par la formule suivante qui nous a été inspirée par M. Haller :

CH

O — Cl

et non plus par la formule

CH

O — Cl

dans laquelle A. Werner supprime une double liaison à un noyau benzénique!

» La formule que nous proposons, où l'oxygène tétravalent est lié au carbone gras, montre un parallélisme avec la série anthracénique; elle a le mérite d'expliquer d'une façon très satisfaisante, sans dislocation de double liaison, la curieuse action de l'alcool. Il y a analogie complète avec les hypochlorites qui réagissent identiquement sur l'alcool, tandis que la littérature chimique n'offre pas un seul exemple de chlorure $>CH-Cl$ possédant la réaction que nous avons découverte.

» Nous considérons nos corps ayant la formule

CH

O — Cl

assimilables à des éthers hypochloreux des bases

CH — tautomériques des xanthènes — CH^2

O — H — O

» En résumé : 1° les xanthènes sont des bases sans azote;

» 2° Les dérivés monohalogénés sont en quelque sorte des hypochlorites de ces bases. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des alcools propylique et butylique normaux sur leurs dérivés sodés respectifs; synthèse des alcools dipropylique et dibutylique.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. Henri Moissan.

« Les alcools propylique et butylique normaux, chauffés entre 220° et 230° avec leurs dérivés sodés respectifs, donnent naissance à des alcools deux fois plus condensés, les alcools dipropylique et dibutylique, conformément aux réactions suivantes :

$$2C^3H^8O + C^3H^7NaO = C^6H^{14}O + C^3H^6NaO^2 + 4H.$$
$$2C^4H^{10}O + C^4H^9NaO = C^8H^{18}O + C^4H^7NaO^2 + 4H.$$

» Il se produit en même temps le sel de soude de l'acide correspondant à l'alcool mis en réaction.

» Dans des Communications antérieures [1], j'ai déjà montré que, dans les mêmes conditions, on obtenait l'alcool butylique normal $C^4H^{10}O$ au moyen de l'alcool éthylique C^2H^6O, l'alcool diamylique $C^{10}H^{22}O$ au moyen de l'alcool amylique inactif $C^5H^{12}O$, l'alcool diœnanthylique $C^{14}H^{30}O$ au moyen de l'alcool œnanthylique $C^7H^{16}O$.

» La réaction semble donc être générale, au moins pour les alcools de la forme $R - CH^2 - CH^2OH$,

$$2C^nH^{2n+2}O + C^nH^{2n+1}NaO = C^{2n}H^{2n+2}O + C^nH^{2n-1}NaO^2 + 4H.$$

» Les alcools propylique et butylique normaux bouillant à des températures peu élevées, l'opération s'effectue en tubes scellés.

» Ces deux alcools se comportent exactement de même; voici comment on opère par exemple avec l'alcool propylique. On verse dans chaque tube 15^{gr} d'alcool et 1^{gr} de sodium dont on hâte la dissolution en chauffant au bain d'huile. Lorsque tout le sodium s'est ainsi transformé en alcoolate de soude, on scelle les tubes à la lampe et on les chauffe douze heures à 220°-230°. On ouvre alors les tubes pour donner issue aux gaz que l'on recueille et on les scelle de nouveau pour les chauffer encore pendant douze heures à la même température. Le gaz qui prend naissance est exclusivement formé d'hydrogène; il se produit en assez grande abondance pour faire éclater la plupart des tubes, si l'on ne prend pas la précaution de lui donner issue après douze heures de chauffe.

» Le contenu des tubes est devenu presque entièrement solide par suite de la formation du propionate de soude. On l'introduit dans un petit ballon distillatoire que l'on chauffe jusqu'à 200°; on recueille ainsi un mélange d'alcool propylique, d'éther propylpropionique et d'alcool dipropylique. Au résidu de la distillation on ajoute de l'eau et l'on décante l'huile qui vient surnager : elle est surtout formée d'alcool dipropylique; on la joint au distillat et l'on chauffe leur mélange à reflux avec un peu de potasse caustique, qui saponifie l'éther propylpropionique. On ajoute ensuite quelques gouttes d'eau et l'on fait passer dans la liqueur un courant d'acide carbonique : les alcools viennent surnager la dissolution de carbonate de potasse formé. On les sépare facilement par décantation, on les dessèche et on les soumet à la distillation fractionnée.

» L'alcool dipropylique ainsi obtenu répond à la formule $C^6H^{14}O$ (C trouvé 77,07, calculé 77,27; H trouvé 10,64, calculé 10,60). Il est liquide et ne se solidifie pas à −20°; il bout à 148° à la pression de 762^{mm}.

» Oxydé par le mélange chromique, il se transforme en un acide de formule

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVIII, p. 511 et 1002; t. CXXXII, p. 207; t. CXXXIII, p. 300.

$C^6H^{12}O^2$ (C trouvé 61,89, calculé 62,02; H trouvé 10,45, calculé 10,34). Cet acide est liquide, incolore, de consistance huileuse, et bout à 193°,5 à la pression de 762mm.

» Les points d'ébullition de l'alcool dipropylique et de l'acide correspondant étant identiques respectivement à ceux du méthylpropylcarbinecarbinol

$$CH^3 - CH(C^3H^7) - CH^2OH$$

et de l'acide méthylpropylacétique

$$CH^3 - CH(C^3H^7) - CO^2H$$

déjà décrits par MM. Lieben et Zeisel ([1]), j'ai préparé l'amide de l'acide que j'avais obtenu, et j'ai constaté qu'il fond à 94° comme l'amide de l'acide méthylpropylacétique.

» L'alcool dipropylique est identique à l'alcool de Lieben et Zeisel, et la soudure des deux molécules propyliques s'est faite par le carbone voisin du groupement fonctionnel

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^2OH \end{matrix} \rangle CH^2 + OH\,CH^2 - C^2H^5 = \begin{matrix} CH^3 \\ CH^2OH \end{matrix} \rangle CH - C^3H^7 + H^2O.$$

» L'alcool dibutylique répond à la formule $C^8H^{18}O$ (C trouvé 73,71, calculé 73,85; H trouvé 13,91, calculé 13,85). C'est un liquide incolore, huileux, bouillant à 181° à la pression de 756mm. Sa densité à 0° est 0,8483.

» Ses propriétés ne répondent à aucun des alcools de même formule connus jusqu'à ce jour; son étude fera l'objet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'alcool amylique de fermentation.* Note de M. G. **Bemont**, présentée par M. H. Moissan.

« Pendant longtemps, l'alcool amylique de fermentation, ou fusel, a été considéré comme normal primaire. En 1867, Erlenmeyer ([2]) le considéra comme isopropyléthylique, mais sans définir son point d'ébullition, sans parler de son activité optique. Plus tard, M. Lebel isola une très notable quantité d'un alcool possédant le pouvoir rotatoire, comme l'avait déjà montré Pasteur, et qu'il démontra être le méthyléthyléthylique, le seul alcool primaire susceptible d'activité optique.

([1]) *Monatshefte für Chemie,* t. IV, p. 31.
([2]) *Liebig's Annalen,* Supp., Band V, p. 339.

» Tous les documents que l'on peut se procurer pour arriver à savoir quelle est la constitution de l'alcool amylique de fermentation sont assez contradictoires; je me suis proposé de rechercher ce que pouvait être cet alcool.

» Je me suis procuré des huiles essentielles, ou fusels, queues de la distillation de l'alcool. Ces huiles m'ont été fournies par la maison Springer, de Maisons-Alfort. J'ai mis en traitement 32^{kg} de ces alcools. Je les ai soumis à la distillation fractionnée, me servant à cet effet de la colonne à boule Lebel-Henninger. Les deux premiers tours de fractionnement ont été exécutés avec un appareil à dix boules, et deux autres tours avec quinze boules.

» Après le troisième tour, j'ai obtenu : $2^{kg},580$ d'eau représentant 8 pour 100, et $1^{kg},485$ d'alcool aqueux représentant 4,9 pour 100. Le reste, $27^{kg},900$, était constitué par les alcools propylique, butylique et amylique. Je n'ai soumis au quatrième tour de fractionnement que la portion la plus élevée, ne prenant que ce qui avait distillé au-dessus de 127°; le poids de l'alcool soumis à ce nouveau traitement était d'environ 20^{kg}.

» Les résultats de ce fractionnement, ainsi que les densités et les pouvoirs rotatoires des diverses fractions sont résumés dans le Tableau suivant :

Fractions.	Alcool en kilogr.	Densité à 16°.	$\alpha l = 0^{m},50$.	$[\alpha]^{D}$.
			° ′	° ′
127-128	0,266	0,812	— 5.48	—1.25,6
128-129	0,595	0,810	— 5.52	—1.26,9
129-130	1,088	0,8095	— 5.58	—1.28,4
130-131	6,216	0,8085	— 5.10	—1.16,6
131-131,5	11,205	0,8065	— 3.44	—0.55,5

» A ne considérer que les quantités et les points d'ébullition, il ressort de ce Tableau que l'alcool en C^6 tend vers le point d'ébullition 131°; il n'y a en effet, pour ainsi dire, point de produits supérieurs. On voit, de plus, qu'un fractionnement exécuté avec patience, à l'aide d'une colonne à quinze boules, permet d'éliminer à peu près complètement ces alcools inférieurs dont la présence a pu faire croire à l'existence d'un mélange d'isomères bouillant à 127°-132°.

» Dans les huiles d'industrie dont il est ici question, il semble bien n'exister qu'un alcool amylique passant vers 131°. C'est cet alcool que je me propose d'étudier.

» Pour fixer l'isomérie d'un alcool amylique primaire, on peut le convertir par oxydation en acide valérique : les expériences d'oxydation que j'ai entreprises jusqu'à ce jour montrent que tous les produits obtenus sont optiquement actifs.

» Dans l'étude de cet alcool amylique, trois cas seuls peuvent se présenter :

» 1° L'alcool est normal : cet alcool est inactif (¹), il bout à 137°. Il a été étudié par MM. Lieben et Rossi et par M. Morin : à cet alcool correspond l'acide normal,

(¹) Lieben et Rossi, *Liebigs Annalen*, t. CLIX, p. 70, et Morin, *Bull. Soc. Chim.*, t. XLVIII, p. 803.

étudié par MM. Lieben et Rossi [1]; il bout à 185°. Cet acide ne peut avoir d'activité optique; il ne rentre donc pas dans le cas qui m'occupe.

» 2° L'alcool est diméthylé (isopropyléthylique), il ne peut être actif, et l'on manque de preuves certaines de sa présence dans les fusels; par suite, on ne peut avoir qu'une connaissance imparfaite de l'acide qui en dérive, et qui, du reste, ne pourrait être non plus actif; je dois donc exclure encore cette hypothèse.

» 3° L'alcool est le méthyléthyléthylique : celui-ci doit être rotatoire, de même que l'acide qui en dérive; mais, par suite de racémisation, il peut sembler inactif ou avoir une activité optique plus ou moins grande, et par suite être confondu avec les précédents. Le point d'ébullition très défini de grandes masses de matière milite d'ailleurs en faveur d'une espèce définie.

» En oxydant par le mélange chromique cet alcool amylique bouillant vers 131° j'ai obtenu :

» 1° De l'alcool qui a échappé à l'oxydation et dont le pouvoir rotatoire n'a pas été sensiblement modifié.

» 2° Un acide valérique bouillant à 175° ($H = 763$), actif ($[\alpha]_D = +2°31',3$). Cet acide n'est donc pas normal; il peut être plus ou moins racémisé, mais ne peut être diméthylé.

» 3° Un valérate d'amyle bouillant à 191°-192° ($H = 743$) actif ($[\alpha]_D = +3°14',8$). Cet éther saponifié a donné de l'acide valérique bouillant à 175° et d'un pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +2°7'$, et de l'alcool amylique passant à 130°-131°, actif $[\alpha]_D = -1°0',9$.

» 4° Un valéral bouillant à 92°-93° ($H = 761$), actif ($[\alpha]_D = +22',7$). L'oxydation de ce valéral fournit un acide valérique qui bout à 175° et est à peine actif ($[\alpha]_D = +2',4$). Dans ce défaut presque absolu d'activité l'on doit voir une preuve de racémisation et non de constitution.

» *Conclusions*. — L'alcool amylique de fermentation bout à 131°; il donne par oxydation un acide valérique actif bouillant à 175°, qui semble donc être le méthyléthylacétique. Il ne pourrait probablement contenir que peu d'acide isopropylacétique. La suite de ce Travail aura pour but d'essayer de fixer ce point, la présente Note ayant surtout pour objet de fournir les constantes expérimentales certaines résumées dans le Tableau ci-dessus. »

MORPHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'excrétion et sur la variation du rein chez des poules nourries avec de la viande*. Note de M. **Frédéric Houssay**, présentée par M. Ed. Perrier.

« Au cours de mes expériences sur les changements qu'entraîne la modification du régime alimentaire chez les poules [2], il m'a semblé

---

[1] *Loc. cit.*

[2] Voir *Comptes rendus* du 9 novembre 1901.

utile de suivre les variations de la fonction excrétrice. Il est assez difficile de recueillir l'urine sur des oiseaux que l'on ne veut soumettre à aucune pratique susceptible d'altérer leur santé et de nuire à l'exécution de leurs fonctions génitales. J'ai eu recours au procédé suivant, qui, sans être d'une précision absolue, m'a semblé suffisant pour donner des termes de comparaison. Les animaux étant remontés le soir sur leurs perchoirs, on place au-dessous d'eux une large plaque de verre qui reçoit tous les excréments de la nuit et on la retire le matin. En reprenant les excréments par 200^{cc} d'eau distillée, on dissout, entre autres substances, l'urée, puis on filtre. Le liquide obtenu est d'une couleur jaunâtre et fort analogue à l'urine; on y dose l'urée. Les nombres obtenus doivent s'entendre par poule et par jour.

	Poules	
	carnivores.	granivores.
4 avril	$0^{gr},334$	$0^{gr},107$
5 avril	0,286	»
19 avril	0,396	0,107
10 mai	0,280	0,048
3 juin	0,200	0,130
1er juillet	0,170	0,072
29 juillet	0,040	0,107
12 août	0,200	0,060
2 septembre	0,323	0,107
16 septembre	0,243	0,100
1er octobre	0,960	0,160
19 novembre	0,350	0,190
Moyennes	0,315	0,108

» L'urée excrétée avec le régime carné est donc près de trois fois plus abondante qu'avec le régime du grain; le liquide filtré des poules carnivores contient en outre une certaine quantité d'acide urique et donne la réaction de la murexide. Ce résultat, sans doute, n'est pas fait pour surprendre; il y a toutefois un intérêt à en avoir une mesure, même approximative; d'autant plus que je compte utiliser les variations assez étendues de la fonction chez les mêmes animaux comme renseignements pour les études plus complètes que je poursuis.

» Il était moins certain *à priori* que l'organe rénal, après avoir fonc-

tionné davantage, aurait pris un accroissement assez notable. C'est cependant ce qu'on doit conclure des données suivantes :

	Poules granivores (moyennes).	Poules carnivores (moyennes).
Longueur du rein.............	70^{mm}	75^{mm}
Largeur du rein..............	$14^{mm},3$	$15^{mm},33$
Poids des deux reins..........	$9^{gr},95$	$12^{gr},91$

» Les reins ont gagné en poids près d'un tiers; et c'est un résultat qui dépasse de beaucoup les variations individuelles.

» Il est à remarquer encore que, dans le péritoine des poules carnivores, se dépose avec une certaine abondance un pigment noir dont les poules ordinaires sont tout à fait dépourvues. Ce pigment peut même en certains points s'amonceler pour former de petits corps tout à fait déconcertants au premier examen; leur forme est assez souvent pyramidale et ils peuvent atteindre 2^{cm} de hauteur.

» La graisse des animaux nourris avec la viande prend une couleur blanche et une consistance de suif, en quoi elle diffère beaucoup de la graisse ordinaire des poules, dont la couleur jaunâtre et la consistance molle sont bien connues. Ajoutons, comme renseignement complémentaire, que le goût de la chair est un peu changé, mais pas d'une façon désagréable; il rappelle plutôt celui du dindon que celui du poulet de grain. »

MICROBIOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la recherche du bacille typhique*. Note de M. R. CAMBIER, présentée par M. E. ROUX.

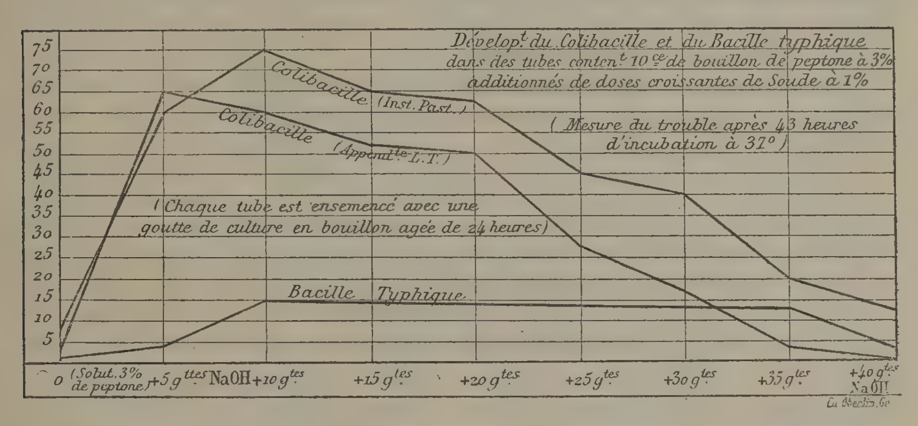
« Dans une Note précédente ([1]), j'ai indiqué le principe d'une méthode de recherche du bacille typhique, basée sur la facilité avec laquelle ce microbe si mobile traverse la paroi de certaines bougies filtrantes immergées dans le bouillon tenu à 37°. Si l'on utilise pour cette recherche le bouillon neutre habituel, il arrive que des colibacilles, eux-mêmes très mobiles, passent en même temps que le bacille typhique ou même un peu avant lui, et la mise en évidence de celui-ci est dès lors très compromise.

» Pour éviter cet inconvénient, capital en l'espèce, je me suis efforcé

([1]) *Comptes rendus*, juin 1901, p. 1442. Dans cette Note, page 1443, 10e ligne, *au lieu de* dans 1^{lit} de bouillon, *lisez* dans un tube de bouillon.

de composer un milieu de culture dans lequel le bacille typhique végéterait bien et serait très mobile, tandis que les colibacilles s'y trouveraient contrariés, à la fois, dans leur développement et leur mobilité.

» En prenant comme bouillon type une solution aqueuse à 3 pour 100 de peptone Defresne, j'ai établi que l'addition à ce bouillon de doses croissantes de soude favorise d'abord beaucoup le développement des colibacilles, puis l'entrave ensuite assez rapidement. Dans les mêmes conditions, le développement du bacille typhique passe également par un maximum pour une faible alcalinité, mais conserve une valeur sensiblement constante, égale à ce maximum, tant que la dose de soude ne dépasse pas environ 1gr,2 de NaOH réelle par litre de bouillon. A ce moment, les troubles que présentent les cultures colibacillaires et celle du bacille typhique sont devenus très comparables.



» Les courbes ci-dessus montrent que ce n'est qu'à l'aide de milieux très alcalins qu'on peut obtenir des cultures mixtes de colibacilles et de bacille typhique, dans lesquelles ce dernier ne soit pas, dès l'abord, étouffé, et d'où on puisse espérer l'isoler, par exemple, par la culture sur plaques.

» Si nous étudions comparativement la mobilité du bacille typhique et des colibacilles développés dans ces bouillons de plus en plus alcalinisés, nous voyons qu'après avoir, à peu près ensemble, passé par un maximum, celle du bacille typhique diminue et disparaît plus tôt que celle des colibacilles. Heureusement pour ma méthode, j'ai trouvé dans le sel marin un agent puissamment compensateur de ce phénomène fâcheux : en même temps qu'il restitue leur mobilité aux bacilles typhiques gênés par la soude, il tend à anéantir celle des colibacilles qui avait persisté.

» En résumé, en combinant convenablement l'action de la soude et du sel marin, on arrive à constituer de toutes pièces un bouillon qui permet,

à l'aide des cultures en bougies, de séparer à coup sûr le bacille typhique d'un colibacille déterminé. En pratique, lorsqu'il s'agit de séparer ce bacille typhique d'une eau ou d'une selle contenant en même temps des colibacilles dont on ignore la nature, il est prudent d'ensemencer plusieurs tubes à bougie garnis de bouillon de plus en plus alcalin et salé : c'est affaire de doigté et de patience.

» Avec un bouillon, récemment préparé, en mélangeant *à froid* 50^{cc} de solution à 3 pour 100 de peptone stérilisée à 115°, 4^{cc} à 6^{cc} de soude à 1 pour 100 et 4^{cc} à 6^{cc} de solution saturée de sel marin également stérilisées, j'ai toujours pu isoler directement, par la méthode des bougies, le bacille typhique *en culture pure,* d'un liquide formé de parties égales de cultures en bouillon, âgées de vingt-quatre heures, de bacille typhique et de colibacille, en faisant porter la recherche sur une seule goutte de ce mélange.

» Ce colibacille, notamment, provenant de l'Institut Pasteur, est doué d'une telle mobilité qu'il est impossible de le séparer du typhique si l'on emploie le bouillon ordinaire, neutre.

» Avec le même bouillon alcalinisé et salé j'ai pu, après trois jours de culture en bougie, retirer le bacille typhique d'un échantillon d'eau de la canalisation de mon laboratoire, qui avait reçu une goutte du mélange de bacille typhique et de colibacille dont il vient d'être question. Avant d'être ensemencé dans les bougies, cet échantillon ainsi contaminé avait été conservé pendant six jours à 13°.

» En suivant les indications contenues dans mes deux Notes, il est possible d'isoler, dans la majorité des cas, le bacille typhique des eaux qui le contiennent. En l'absence de colibacilles très mobiles, les bougies garnies de bouillon légèrement alcalin, salé à 1 pour 100, seront suffisantes : elles permettent un passage rapide. Avec des bougies garnies de bouillon plus alcalin et plus salé le passage sera moins rapide, mais on aura beaucoup plus de chances d'arrêter les colibacilles et d'obtenir des cultures typhiques pures d'emblée, ou seulement mélangées d'autres espèces mobiles incapables de faire errer le diagnostic. Pour ne pas changer la concentration du bouillon, il est bon de n'ensemencer dans les tubes à bougie que quelques gouttes de l'eau suspecte, ou mieux, si l'on veut faire porter la recherche sur un volume considérable de ce liquide, il est préférable de le filtrer au préalable sur une bougie et de n'ensemencer que le léger enduit adhérant à la surface de cette bougie auxiliaire ([1]).

([1]) M. A. Girauld a collaboré activement à ce travail; grâce à son aide intelligente et dévouée j'ai pu mener à bien les nombreuses expériences sur lesquelles cette méthode est fondée. Je l'en remercie bien sincèrement ici.

» La recherche du bacille typhique dans les selles des malades est à l'étude et a donné déjà les résultats les plus encourageants. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude des variations de la matière organique pendant la germination.* Note de M. G. André.

« Après avoir examiné le mécanisme de la nutritition minérale de la plantule aux dépens de ses cotylédons (ce Volume, p. 1011), je vais étudier rapidement ce qui se passe du côté des matières organiques, ternaires et quaternaires. Voici d'abord le Tableau des expériences, disposé comme celui qui figure dans ma dernière Note :

	1901.	Poids sec. Cotyléd. Plantes.	Matières grasses. Cotyléd. Plantes.	Hydrates de carbone solubles. Cotyléd. Plantes.
	29 juin; 100 graines	135,40 gr	2,423 gr	10,953 gr
I....	8 juill.; 100 unités	86,36 gr + 26,55 gr = 112,91	1,105 gr + 0,180 gr = 1,285	3,877 gr + 0,427 gr = 4,304
II...	10 » »	55,24 + 49,32 = 104,56	0,640 + 0,976 = 1,616	1,419 + 1,528 = 2,947
III...	12 » »	34,35 + 78,55 = 112,90	0,395 + 1,523 = 1,918	0,865 + 2,953 = 3,818
IV...	14 » »	29,80 + 86,07 = 115,87	0,321 + 2,143 = 2,464	1,495 + 2,229 = 3,724
V....	16 » »	29,16 + 125,38 = 154,54	0,317 + 2,382 = 2,699	1,233 + 5,943 = 7,176

	Hydrates de carbone saccharifiables. Cotyléd. Plantes.	Cellulose. Cotyléd. Plantes.	Vasculose. Cotyléd. Plantes.
	68,14 gr	8,76 gr	4,116 gr
I.	42,82 gr + 3,46 gr = 46,28	6,943 gr + 3,685 gr = 10,628	4,473 gr + 0,804 gr = 5,277
II.	23,97 + 7,63 = 31,60	6,341 + 7,417 = 13,758	3,275 + 1,361 = 4,636
III.	12,58 + 10,25 = 22,83	5,684 + 12,481 = 18,165	3,393 + 3,071 = 6,646
IV.	11,28 + 11,68 = 22,96	5,813 + 15,113 = 20,926	3,385 + 4,320 = 7,705
V.	8,87 + 18,23 = 27,10	4,977 + 18,092 = 22,069	3,370 + 7,384 = 10,754

» Les observations que comporte la comparaison des chiffres de ce Tableau peuvent être ainsi résumées :

» I. Les *matières grasses* disparaissent peu à peu des cotylédons; à la cinquième prise d'échantillon, on en trouve cependant encore une faible quantité. Les plantules, au contraire, même avant l'apparition de la fonction chlorophyllienne, élaborent très régulièrement de la graisse, dont l'origine doit être vraisemblablement cherchée dans la transformation des hydrates de carbone.

» II. *Hydrates de carbone solubles.* — Les hydrates de carbone solubles dans

l'alcool faible (calculés en glucose) disparaissent rapidement dans les premiers temps de la germination et la perte respiratoire leur est imputable. Entre la première et la cinquième prise, leur proportion *centésimale* ne varie guère dans les cotylédons. Ceux-ci, dans cet espace de temps, se réduisent au tiers de leur poids initial; il en est de même sensiblement des hydrates de carbone solubles. Dans les plantules, au contraire, l'augmentation de ces hydrates de carbone est progressive et, à la cinquième prise, leur proportion *centésimale* est le triple de ce qu'elle était à la première; mais leur quantité absolue, dans 100 plantules, n'est que la moitié environ de ce qu'elle était dans cent graines.

» III. *Hydrates de carbone saccharifiables par les acides étendus.* — Leur disparition des cotylédons est rapide, au fur et à mesure du développement de la plantule. Leur proportion *centésimale* s'abaisse de 50,33 dans la graine à 30,44, dans les cotylédons de la cinquième prise. Une partie de ces hydrates de carbone émigre, après transformations, dans les plantules. Ils passent, chez celles-ci, et pour 100 unités, de $3^{gr},46$ à $18^{gr},23$, en devenant 5,26 fois plus forts, le poids de la plantule pendant ce temps devenant 4,72 fois plus fort. On peut se rendre compte ainsi de la nature du travail assimilateur. Les cotylédons d'abord, puis la fonction chlorophyllienne ensuite, fournissent à la plantule des hydrates de carbone solubles, dont les polymérisations successives aboutissent finalement à la production des celluloses, ces polymérisations étant probablement provoquées ou favorisées par l'absorption de matières minérales telles que la silice et la chaux.

» IV. *Cellulose.* — Chez les cotylédons, la proportion *centésimale* de la cellulose devient double entre la première et la cinquième prise; il est vraisemblable que cette cellulose (soluble dans le réactif de Schweizer et le mélange des acides chlorhydrique et sulfurique) ne joue qu'un rôle nutritif très restreint, sinon nul, dans la germination. Elle prendrait naissance aux dépens des hydrates de carbone saccharifiables. Pendant le même laps de temps, la cellulose de 100 plantules devient quintuple, tandis que le poids sec de celles-ci devient 4,7 fois plus fort.

» V. *Vasculose.* — Cette matière préexiste dans la graine; elle atteint bientôt dans les cotylédons un poids constant, qui dénote son rôle négatif dans les transformations ultérieures que subissent ceux-ci. Chez les plantules, il est remarquable de voir cette substance augmenter rapidement, alors que, pendant le même temps, les hydrates de carbone saccharifiables et la cellulose augmentent dans une moindre mesure. La vasculose constitue une matière définitive qui, dans la suite, n'éprouve aucun changement.

» VI. *Matières azotées.* — L'azote total, dont j'ai donné les chiffres dans ma précédente Communication, décroît chez les cotylédons; il émigre intégralement chez les plantules pendant les trois premières prises d'essai. Le poids des matières non azotées que contiennent celles-ci augmente plus vite que celui des principes azotés, puisque le poids total de 100 plantules (cendres déduites) devient 3 fois plus fort de la première à la troisième prise, alors que celui de l'azote devient seulement 2,5 fois plus grand. Cette inégalité s'accentue davantage dans la suite. L'asparagine et amides congénères diminuent chez les cotylédons proportionnellement à la perte de matière sèche. L'asparagine et l'azote amidé soluble représentent, chez les plantules, une fraction d'autant plus considérable de l'azote total que celles-ci sont plus jeunes. A

mesure que progresse la végétation, le rapport entre l'azote amidé soluble et l'azote total diminue : ce qui prouve que la forme albuminoïde de cet azote tend à devenir prépondérante.

» Tous ces faits, ainsi que ceux que j'ai analysés antérieurement, montrent bien le rôle nutritif que jouent, vis-à-vis de l'embryon, les cotylédons et la façon dont leurs réserves, tant minérales qu'organiques, s'acheminent vers celui-ci pendant la germination. Les éléments puisés dans le sol n'interviennent, en ce qui concerne l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, que lorsque les cotylédons ne peuvent plus fournir à la plantule qu'une quantité insuffisante de matière organique. Alors la fonction chlorophyllienne naissante permet au jeune végétal d'élaborer des composés carbonés. Ceux-ci, pour constituer la trame des nouveaux tissus, doivent avoir recours à l'azote provenant de l'extérieur; de nouveaux albuminoïdes se forment alors et l'on constate concurremment une absorption d'acide phosphorique venant du sol. Les cotylédons, ainsi que la chose a été bien souvent notée, ne s'épuisent jamais complètement en matières minérales, soit que celles-ci deviennent inutiles au jeune végétal, plus apte à trouver désormais dans le sol les éléments fixes dont il a besoin, soit que ces matières minérales, résiduaires en quelque sorte, se trouvent dans un état impropre à l'assimilation. »

CHIMIE ANIMALE. — *Méthode de séparation de l'acide glutamique et de la leucine par le gaz chlorhydrique.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. E. Duclaux.

« Les albuminoïdes les plus divers ou protoplasmides, car à travers leur variété ils résultent toujours de l'activité protoplasmique, peuvent être hydrolysés par l'acide sulfurique selon le procédé de Braconnot (*Annales de Chimie et de Physique,* 1821). J'ai montré précédemment (*Annales de l'Institut Pasteur,* 1901) qu'après avoir neutralisé l'excès d'acide pur de la craie, il convenait de terminer en alcalinisant par de la baryte, qu'on chasse finalement par l'acide carbonique, avant de distiller les eaux d'abord à la pression normale, puis dans le vide. J'ai reconnu depuis combien ces actions étaient utiles pour éviter la formation de sirops bruns inséparables, en enlevant le fer, l'acide phosphorique, la chaux et l'acide sulfurique, c'est-à-dire les phosphates et le plâtre. Ces éléments troublent toute cristallisation et proviennent des matières elles-mêmes, des vases attaqués et des masses d'eau employées.

» En agissant ainsi, la leucine, qui a été fort rare jusqu'à ce jour, se sépare avec une telle facilité que 1^{kg} de chair de veau donne, au premier jet, et après deux cristallisations à l'eau, 8^{gr} de leucine biologique pure en paillettes. A ne retenir que ce nombre, la chair comestible ordinaire peut libérer 0,8 pour 100 de leucine; la poudre de cette même viande sèche et dégraissée en donnerait 4,0 pour 100.

» Il peut en rester dans les sirops de ce premier dépôt, mais le traitement ultérieur de ces matières paraît encore des plus difficiles. Ce n'est que par des cristallisations fractionnées que j'ai pu isoler assez peu d'acide glutamique. M. E. Fischer, par la distillation fractionnée des éthers dans le vide, a séparé de ce milieu des acides amidés.

» Je me suis efforcé de trouver un moyen rapide, permettant d'éliminer facilement la leucine, puis l'acide glutamique, et de chasser ainsi dès l'abord les fortes masses connues. Celles-ci, dans bien des cas, encombrent le milieu et rendent plus ardue la tâche d'étudier les matériaux intéressants. Il s'agit donc ici d'une méthode de concentration, d'une sorte d'élimination des gangues.

» L'expérience a été faite sur un produit d'hydrolyse de la glyadine du gluten; je l'ai fondée sur l'observation de ce fait, que le chlorydrate de leucine est fortement soluble, tandis que celui de l'acide glutamique est d'une insolubilité remarquable. Le sirop neutralisé d'hydrolyse est précipité en cinq fractions par l'alcool méthylique. Les deux premières parts, malaxées dans cet alcool concentré et dissoutes dans très peu d'eau, sont traitées par un courant de gaz chlorhydrique. Il ne se fait aucun précipité, mais il est facile d'obtenir du chlorhydrate de leucine ne renfermant d'autre impureté qu'un petit excédent de HCl, lequel abaisse les nombres théoriques :

	C.	H.	Az.	Cl.	Cendres.
Trouvé........	41,7-41,9	8,2-8,4	7,4-7,6	23,1	0,4
Théorie.......	43,5	8,3	8,3	21,2	0,0

» Les précipités ultérieurs, soumis au même traitement, sont au moins pour moitié formés de glutamate neutre de baryum, et donnent rapidement un sable dense mélangé de $BaCl^2$ et de chlorhydrate glutamique, d'où il est aisé de séparer l'acide pur. L'acide glutamique n'est en somme que de la leucine oxydée. Celui de glyadine a les mêmes propriétés que celui de muscle de veau; ils forment tous deux un glutamate neutre de baryum. Ses sels barytiques et calciques ne laissent pas précipiter leur métal par l'acide carbonique, ce qui a lieu avec l'acide oxalique. La solubilité du glutamique est de 2,4 pour 100. En solution chlorhydrique concentrée par le gaz, cet acide est pratiquement insoluble même dans les milieux amidés complexes. La solubilité de l'acide pur en solution saturée de HCl à 15° n'est plus que de 0,8 pour 100. Sur l'acide glutamique dérivé de la chair par hydrolyse sulfurique, les observations suivantes ont été faites.

» *Analyse :*

	C.	H.	Az.
Observation........	40,3	6,2	9,8
Théorie............	40,8	6,1	9,5

» Point de fusion, 183°. Sa rotation est faible $\alpha_D = +57'$; les cristaux orthorombiques, mesurés obligeamment par M. Wyrouboff, donnent les nombres connus : 123°, 40', 112°, 52', 93°, 15'.

» Le moyen pratique de se débarrasser du gaz chlorhydrique qui sature les eaux mères de ce traitement est de distiller à sec dans le vide, ce qui se fait très vite à 80°. Le résidu simplifié par le dépôt de la leucine et de l'acide glutamique reste à étudier.

» Après la cinquième précipitation des produits de glyadine par l'alcool méthylique concentré et la réunion des alcools de lavage de chaque précipité, on récupère ces alcools ; il reste alors une matière azotée à consistance de miel, très soluble dans l'alcool méthylique absolu et de saveur fortement sucrée.

» L'étude des protoplasmides exige d'abord des perfectionnements de technique, dont je m'efforce, pour ma part, d'augmenter la qualité et le nombre. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le bleuissement de certains champignons.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Quand on casse certains champignons appartenant au genre *Boletus,* on voit leur tissu, exposé au contact de l'air, prendre rapidement une coloration d'un beau bleu, coloration fugace qui disparaît après quelques minutes. En France, on désigne souvent ces champignons sous le nom de *faux Cèpes,* et, sans doute à cause de leur changement de couleur, on les considère comme vénéneux.

» Plusieurs savants ont cherché, mais sans y parvenir d'une manière définitive, à donner l'explication de ce curieux phénomène. Schönbein, en particulier, dans une lettre écrite à Faraday et publiée dans le *Philosophical Magazine,* en 1856 (¹), a indiqué qu'on peut extraire de *Boletus luridus* Schæff. un principe résineux incolore, facilement soluble dans l'alcool et présentant avec la résine de gayac la plus étroite ressemblance : tous les réactifs qui bleuissent la solution alcoolique de gayac agissent, en effet, de la même manière sur la solution alcoolique de *Boletus luridus.* Comme,

(¹) T. XI, 4e série, p. 137.

d'autre part, cette dernière solution se conserve à l'air sans se colorer, il faut bien admettre, toujours d'après Schönbein, qu'il y a dans le champignon une substance particulière capable de transformer l'oxygène de l'air en ozone. En fait, le jus de divers champignons colore en bleu la solution alcoolique de *Boletus luridus*.

» J'ai montré, par une série d'expériences publiées en collaboration avec M. Bourquelot [1], que les faits intéressants observés par Schönbein sont exacts; bien plus, que la laccase extraite par moi de l'arbre à laque existe aussi dans beaucoup de champignons et que c'est notamment à son intervention qu'il faut rapporter le bleuissement des Bolets.

» Après ces observations, il semblait qu'il n'y eût plus, pour connaître à fond le phénomène, qu'à savoir quel est le corps sur lequel se porte l'action de la laccase. On va voir dans cette Note que le bleuissement des Bolets est en réalité un phénomène beaucoup plus complexe.

» Quand on fait macérer dans l'alcool des fragments d'un Bolet bleuissant quelconque, *Boletus cyanescens* Bull., *B. luridus* Sch., *B. satanas* Lenz, *B. pachypus* Fr., *B. lupinus* Fr., etc., soit à froid, soit mieux encore à la température de l'ébullition, on obtient un liquide jaune. Celui-ci renferme le chromogène, puisqu'il bleuit à l'air par addition de laccase, mais on n'est pas certain que les substances organiques ou minérales qu'il contient en même temps ne jouent pas aussi un rôle dans l'apparition de la couleur bleue.

» Je me suis donc appliqué à isoler le corps chromogène. Après une série d'essais que la pénurie de champignons pendant plusieurs années a rendue fort longue, j'ai réussi à l'obtenir dans un état de pureté suffisante et sous la forme cristallisée. Plus tard, je reviendrai sur la préparation et les propriétés de ce chromogène, que j'appelle *bolétol;* mais pour le moment il suffit de savoir qu'il présente les caractères d'un acide-phénol [2]. Voyons donc comment on peut, en possession du bolétol et de la laccase, reproduire et expliquer le bleuissement des Bolets.

» Ce qui frappe, tout d'abord, quand on traite une solution de bolétol dans l'eau *pure* par la laccase, extraite de l'arbre à laque ou de divers

---

(1) *Comptes rendus Soc. de Biologie,* 10e série, t. II, p. 579 et 582; 1895.

(2) Ce qu'on pouvait en partie prévoir d'après les relations qui existent entre la constitution des corps et leur oxydabilité sous l'influence de la laccase (Gab. Bertrand, *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1132; 1896).

champignons, c'est l'irrégularité et même la difficulté avec laquelle on obtient une coloration bleue. Mais bientôt, en variant les expériences et en notant les résultats avec soin, voici ce qu'on observe :

» Quand on se sert d'une solution de laccase peu active, préparée par macération dans la glycérine d'espèces médiocres de champignons ou, ce qui est la même chose, d'une solution glycérinée un peu ancienne, on est obligé d'ajouter une quantité notable de solution de laccase. Alors, la coloration du bolétol devient toujours d'un beau bleu.

» Si, au contraire, on emploie une solution de laccase très active, tirée de l'arbre à laque ou, récemment, d'une bonne espèce de Russule, il suffit d'une trace de liquide fermentaire pour faire virer la couleur du bolétol; mais alors la teinte obtenue n'est jamais d'un bleu franc : elle est verte, quelquefois même gris sale ou rougeâtre.

» On est ainsi conduit à supposer qu'une substance particulière, accompagnant le bolétol (expériences anciennes) et la laccase (expériences nouvelles) intervient aussi dans la production du phénomène et, tout naturellement, il vient à l'esprit que cette substance pourrait bien être le manganèse.

» L'expérience prouve que la première partie de la déduction est exacte, mais que la substance nouvelle est, non pas le manganèse, mais un métal à peu près quelconque, alcalino-terreux, magnésien ou même alcalin.

» Il suit de là que pour obtenir à coup sûr une belle coloration bleue, il faut prendre une solution aqueuse d'un bolétate, celui de potassium, par exemple. On peut encore arriver au même but, si l'on a pris du bolétol, en ajoutant au mélange en réaction une trace de l'un des sels appartenant aux métaux énumérés ci-dessus. A cause de la petite quantité de bolétol qui est nécessaire, la réaction est extrêmement sensible; elle décèle très bien les moindres souillures des vases de verre dans lesquels on l'exécute ou la présence de sels dans l'eau qu'on emploie.

» La production des diverses couleurs s'explique par cette circonstance que le dérivé quinonique prenant naissance aux dépens du bolétol est lui-même de couleur rougeâtre, tandis que ses combinaisons métalliques sont bleues. En acidifiant le liquide bleu, on met la bolétoquinone en liberté et la couleur vire immédiatement au rougeâtre.

» D'aprés ces observations et mes recherches antérieures (1), le bleuis-

---

(1) *Sur le pouvoir oxydant des sels manganeux et sur la constitution chimique de la laccase* (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1355; 1897).

sement des Bolets exige donc le concours de six facteurs différents : l'oxygène et le bolétol; la laccase et le manganèse, que cette dernière substance porte généralement avec elle; l'eau, qui agit à la fois comme dissolvant et surtout comme agent nécessaire d'hydrolyse; enfin, un métal alcalin, magnésien ou alcalino-terreux.

» C'est là un exemple remarquable de la complication que peuvent parfois présenter les réactions diastasiques et, d'une manière plus générale, les phénomènes biochimiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la racine d'Iboga et l'ibogine.* Note de MM. **Lambert** et **Heckel**, présentée par M. d'Arsonval.

« Depuis l'année 1897 nous avons poursuivi avec M. Schlagdenhauffen des recherches sur les origines, la composition et l'action de la fameuse racine d'Iboga du Gabon et du Congo français que M. Heckel a bien reconnu, au moyen d'échantillons authentiques émanés du R. P. Klaine, missionnaire apostolique des deux Guinées, être le *Tabernanthe Iboga* de Baillon, seule espèce de ce genre trouvée jusqu'ici au Gabon.

» Les échantillons botaniques ont toujours accompagné l'envoi des matériaux de recherches (racines et feuilles). Il n'y a donc aucun doute possible et c'est sur cette espèce, et non sur le *Tabernæ montana*, que les recherches physiologiques ont été entreprises. Il en est de même des recherches chimiques tout récemment publiées par MM. Haller et Heckel sur la même matière. Elles ont été faites sur des échantillons très authentiques du *Tabernanthe Iboga*. Les premières recherches physiologiques ont été effectuées avec les extraits, puis avec l'ibogine obtenus par M. Schlagdenhauffen. Elles ont été depuis contrôlées avec l'ibogine que M. Haller a bien voulu mettre à notre disposition.

» En injection sous-cutanée l'ibogine produit chez la grenouille une abolition des mouvements volontaires et réflexes avec persistance de l'excitabilité musculaire et nerveuse. Les mouvements respiratoires disparaissent pendant un temps plus ou moins considérable, le cœur continuant à battre. Pour entraîner avec son arrêt définitif la mort de l'animal il faut injecter des doses relativement considérables, environ $0^{gr},50$ par kilogramme. Avec des doses plus faibles, on observe une abolition de la sensibilité dans la région où a été faite l'injection.

» Chez le cobaye, le lapin et le chien la mort arrive par arrêt respira-

toire, au cours de convulsions. Si l'on injecte sous la peau une dose d'ibogine inférieure à la dose convulsivante, soit chez le chien moins de $0^{gr},02$ par kilog, on observe de l'excitation psychique. L'animal paraît en proie à des hallucinations, se blottit dans un coin, gronde ou se met à aboyer tout à coup. En même temps il est agité de quelques frissons. Au bout d'une heure il paraît revenu complètement à l'état normal.

» Nous n'insisterons pas sur les phénomènes généraux de l'intoxication iboginique que nous avons décrits récemment dans une Note préliminaire (1). Nous désirons surtout attirer l'attention sur les propriétés anesthésiantes de l'ibogine qui, à plus d'un titre, peut être comparée à la cocaïne. Ce rapprochement est d'autant plus intéressant que l'on attribue empiriquement des vertus comparables à la coca et à l'iboga.

» *Expérience.* — Un lapin de 2500^{gr} reçoit sous la peau de la cuisse gauche 1^{cc} d'une solution d'ibogine au centième (dissous sous forme de chlorhydrate en solution neutre). Au bout de dix minutes, des excitations douloureuses, telles que piqûres de la région, ne provoquent aucune réaction. L'anesthésie paraît complète. A tous autres égards l'animal paraît complètement normal.

» Le lendemain, ce même lapin reçoit en injection sous-cutanée $0^{gr},08$ d'ibogine. Au bout de vingt minutes, les mouvements des pattes postérieures disparaissent; puis les pattes antérieures glissent de côté, l'animal tombe et reste en place. Les excitations du tronc et des membres n'amènent aucun réflexe. La sensibilité de la tête et la conscience sont conservées.

» En instillation dans l'œil, quelques gouttes de solution d'ibogine au centième abolissent la sensibilité de la cornée. L'instillation produit tout d'abord une sensation légèrement caustique. Une goutte de la même solution placée sur les bords de la lamelle d'une préparation microscopique arrête rapidement les mouvements très actifs d'infusoires.

» Enfin l'immersion du nerf d'une patte galvanoscopique dans cette solution en détermine rapidement l'inexcitabilité.

» *Expérience.* — Le nerf d'une préparation galvanoscopique excité par des chocs d'induction d'un chariot de Du Bois-Reymond dont la bobine primaire est reliée à deux piles Leclanché détermine des secousses musculaires pour une distance des bobines de 13^{cm} à la rupture, de 10^{cm} à la fermeture. Après un quart d'heure d'immersion dans la solution d'ibogine au centième, RS à $10^{cm},5$, ES à 9^{cm}. Après trente minutes, RS à 2^{cm}, PS à 0^{cm}. Après quarante minutes, inexcitabilité complète.

» L'ibogine appliquée sur le cœur de la grenouille en détermine le ralentissement, puis l'arrêt systolique. Sur le chien curarisé, l'injection intraveineuse d'ibogine introduit un ralentissement analogue, amenant

(1) *Société de Biologie*, 14 décembre 1901.

une chute de la pression sanguine. Le ralentissement est d'origine cardiaque et n'est pas aboli par la section des pneumogastriques. »

PHYSIOLOGIE. — *Essai de mesure des activités cytologiques.* Note de M. **Rémy Saint-Loup**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il est facile d'observer que les êtres vivants d'espèces différentes ne se développent pas avec la même vitesse. Mais l'observation semble en être restée à ce point; on n'a pas analysé ces différences de vitesse plastique, de sorte que les causes de ces phénomènes sont encore du domaine de la métaphysique.

» Les remarques qui suivent, en présentant les conclusions tirées de faits expérimentaux, ont pour objet de proposer une méthode de recherche dans cette direction nouvelle.

» 1° Les phénomènes de multiplication cellulaire sont corrélatifs des actes vitaux des cellules;

» 2° Les actes vitaux des cellules sont corrélatifs d'actes chimiques accomplis dans ces cellules et dans le milieu qu'elles habitent.

» Cette proposition présente sous une forme conciliante les propositions suivantes dues, la première à Pasteur, la seconde à Berthelot :

« L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif » d'un acte vital. »

« La fermentation ne présente de corrélation nécessaire à l'égard d'aucun phéno- » mène physiologique. »

» De ce qui précède il résulte, comme il résulte aussi de l'expérience, que : *Les phénomènes de multiplication cellulaire sont corrélatifs des actes chimiques accomplis dans ces cellules et dans le milieu qu'elles habitent.*

» Or ces actes chimiques sont nécessairement déterminés par la nature chimique du milieu physiologique où évoluent les cellules, il en faut conclure *qu'il y a une relation entre les phénomènes de multiplication cellulaire et la spécificité du milieu où ces cellules évoluent.*

» Par conséquent si nous trouvons une manière de mesurer les multiplications cellulaires, nous aurons acquis un appareil d'études pour la spécificité physiologique des milieux [1].

---

[1] Il semblerait que la Morphologie, qui établit des classifications suivant des apparences qui dépendent des multiplications cellulaires, puisse, d'après ce que nous

» Pour qu'une méthode morphométrique implique les corrélations nécessaires de ses expressions numériques avec les phénomènes physiologiques, il faut qu'elle permette de comparer les phénomènes cytologiques, non seulement dans un même organisme, mais dans des organismes d'espèces différentes, et pour cela, il faut que la commune mesure soit fonction du temps et de l'espace.

» Ceci posé, remarquons que, dans un organe ou dans un organisme qui se développe, toute nouvelle cellule provient de la substance d'une autre cellule qui a augmenté de poids, et cette prolifération a pour résultat sensible l'augmentation du volume et du poids de l'organisme. Il en résulte que les mesures successives du poids d'un organisme fournissent des nombres qui sont en rapport avec les augmentations du nombre des cellules. Nous admettons, en effet, que le volume de chaque cellule ne change pas sensiblement pendant la vie et que la densité de l'être vivant reste à peu près constante.

» Ainsi, l'expression du poids d'un organisme aux différents stades de son existence, donnera une indication relative au travail de prolifération cytologique de cet organisme. Si l'on traçait la courbe de ces poids pour des cellules mobiles et vivant en dehors des organismes, comme par exemple les cellules de levure, dans des milieux chimiquement définis, on pourrait, en variant les conditions d'expérience, rechercher les lois des combinaisons de cette substance vivante avec les corps chimiques, comme on établit les lois de combinaisons de matières chimiques entre elles.

» Mais ce que nous visons ici ce sont les comparaisons entre espèces et par conséquent entre milieux physiologiques différents. Il faut donc comparer d'abord les actions des cytodes indépendamment de la connaissance du milieu et déduire plus tard des résultats obtenus cette connaissance du milieu pour laquelle nous avons un point de départ dans le cas des cytodes de la levure.

» Soient donc un organisme quelconque ; P_0 son poids au commencement de l'expérience ; P son poids après un temps t; si nous appelons θ le coef-

---

venons de dire, être considérée comme fournissant une méthode naturelle et physique. Il n'en est rien et je maintiens ici les conclusions que j'énonçais dès 1893 à la suite de recherches expérimentales : « Le criterium chimique de l'espèce est prépondérant et sans relation nécessaire avec les caractères morphologiques. » Il est évident d'ailleurs que la Morphologie ne tenant compte ni des valeurs du temps, ni des valeurs de volume dont les accroissements sont fonction, ne fournit pas de mesures comparables.

ficient d'activité cytologique (ou d'accroissement, ou de vitesse plastique), nous pourrons toujours calculer θ, qui seul dans notre expérience ne peut pas être mesuré directement, en le tirant de la formule

$$P = P_0(1 + \theta t)$$

» Car le poids d'un organisme après t jours (si nous prenons le jour pour unité) est égal au poids initial multiplié par $1 + \theta t$.

» En effet, au bout de t jours, l'augmentation de poids étant $P - P_0$, l'augmentation par jour est

$$\frac{P - P_0}{t},$$

et si cette augmentation a été produite par un organisme pesant P_0 grammes, l'augmentation produite par 1^{gr} de cet organisme sera

$$\frac{P - P_0}{P_0 t} = \theta,$$

θ le coefficient de croissance n'étant autre chose que le poids de substance fabriqué par l'unité de poids de l'organisme dans l'unité de temps. De cette formule on tire évidemment celle que nous donnions au début.

» Évidemment aussi les expressions de θ sont spécifiques, car les êtres différents ne se développent avec des vitesses différentes que parce qu'ils sont d'espèces différentes ou réciproquement.

» Comme je l'ai fait remarquer tout d'abord, pour que les valeurs θ soient comparables exactement il faut supposer que les cellules des organismes en expérience sont de même volume et de même densité. Il n'y aurait pas là d'objection tant que l'on ne rapporte pas les expressions numériques de θ au nombre des cellules, et il serait permis de tirer des conclusions relatives au nombre des cellules, dans tous les cas, en tenant compte des dimensions microscopiques et des densités.

» Parmi d'autres objections dont je ferai la critique ultérieurement, il y en a une qui consiste à faire remarquer que, pour l'exactitude générale des résultats, il faut évaluer les variations de poids des liquides de l'organisme, les variations introduites par les degénérescences et les éliminations. Mais ce sont là des valeurs qui sont dans beaucoup de cas en variations proportionnelles avec les variations d'activité plastique et qu'il sera d'ailleurs intéressant de rechercher par l'expérience.

» En résumé, la détermination expérimentale des valeurs numériques du coefficient θ permet d'exprimer les activités cytologiques en quantités mathématiques comparables, ce qui, je crois, n'a pas été fait jusqu'ici, et

cela donne une base pour comparer des phénomènes biologiques à travers les variations des conditions où ils se manifestent et en fonction de grandeurs ayant une commune mesure. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations sur le développement des nodosités radicales chez les Légumineuses.* Note de M. **Émile Laurent**, présentée par M. Duclaux.

« Depuis 1897, je cultive diverses Légumineuses dans les cinq parcelles d'un champ d'essais établi en terre franche fertile. Chacune, toujours la même, reçoit chaque année des doses excessives d'engrais azotés (planche 1), ou d'engrais potassiques (planche 2), ou de superphosphates de chaux (planche 3), ou de chaux (planche 4), ou de chlorure de sodium (planche 5). Ces différentes parcelles s'enrichissent ainsi progressivement d'un élément déterminé, et l'on peut suivre l'influence de celui-ci sur la variation, sur la résistance des plantes aux parasites ou sur d'autres propriétés biologiques.

» J'expose aujourd'hui les faits observés au sujet de l'action des matières minérales sur le développement des nodosités des Légumineuses. Les plus complètes sont relatives à une variété de pois (*Merveille d'Amérique*), qui fut semée au printemps 1897 dans les cinq parcelles. Les graines récoltées dans chacun des carrés furent plantées l'année suivante dans le même carré jusqu'au mois d'avril 1901.

» Dès la première récolte, en 1897, on constata des différences très nettes sur les racines, pour ce qui est du nombre et de la distribution des nodosités microbiennes.

» Dans la planche 1 (avec sulfate d'ammoniaque), il y avait sur les racines peu de nodosités; elles étaient dispersées le long des ramifications latérales.

» Au contraire, les racines des pois de la planche 2 (avec sels potassiques) portaient des tubercules abondants et agglomérés en amas au voisinage du pivot.

» Il y en avait davantage encore dans la planche 3 (avec superphosphates) et ces organes étaient aussi groupés près de la racine principale.

» Sous l'influence de fortes doses de chaux, les nodosités n'étaient pas abondantes, mais elles constituaient des masses volumineuses, dont les plus grosses avaient jusqu'à 10^{mm} de diamètre.

» Enfin l'action du chlorure de sodium avait provoqué la formation de petites nodosités peu nombreuses.

» Chaque été, les mêmes constatations ont été faites; elles ont conduit à des conclusions qui, d'année en année, devenaient de plus en plus évidentes. Ainsi, en 1900 et 1901, il n'y avait plus de nodosités sur les racines des pois du carré avec engrais azotés (nitrate de soude et sulfate d'ammoniaque); elles étaient excessivement nombreuses et serrées sur celles de la parcelle avec engrais potassiques et sur celles du carré avec superphosphate. Il n'y en avait pas beaucoup dans la parcelle avec chaux, mais elles étaient toujours très grosses.

» L'influence des nitrates sur la production des nodosités a été depuis longtemps mise en évidence par les cultures de Légumineuses en solutions nutritives.

» A deux reprises, en 1899 et en 1901, les graines récoltées dans la planche 1 sur les pois qui avaient fini par perdre la faculté de donner des nodosités microbiennes, furent semées dans une terre ordinaire. Tous les plants portèrent sur leurs racines de nombreux tubercules.

» Après cinq générations successives, dont les deux dernières ne présentaient plus aucun cas de symbiose microbienne, grâce à l'influence des engrais azotés, il ne s'était donc point produit de race spéciale par acquisition du caractère en question. Il n'est nullement héréditaire et dépend entièrement des conditions de milieu.

» Il en est de même de l'aptitude des pois à produire des nodosités serrées près de la racine principale ou un petit nombre de gros tubercules microbiens. Des graines récoltées cette année dans les planches 2, 3 et 4, mais semées en terre normale, ont produit des plantes dont les nodosités ne présentaient aucune différence.

» Bien que dans la planche 1 les pois soient privés de nodosités, le microbe spécial y existe encore, tout au moins à l'état de germes. Récemment, il a suffi d'ajouter un peu de terre prise dans ce carré, à $0^m,25$ de profondeur, à des pois cultivés en terre stérile, pour y provoquer la formation de nodosités.

» Il convient cependant de ne pas généraliser les observations faites sur le Pois : les divers éléments fertilisants n'ont pas la même action sur toutes les légumineuses. J'ai eu l'occasion d'en cultiver d'autres espèces, à côté des pois, mais non d'une manière continue.

» Chez la Vesce velue, il y avait beaucoup de nodosités sur les pieds de la planche 5 (Na Cl), davantage sur ceux de la planche 2 et encore plus

sur les racines développées dans la planche 3; par contre, il y en avait peu en planche 4 et quelques-unes seulement en planche 1.

» Pour la Vesce cultivée, les résultats sont analogues, avec cette différence que les nodosités sont proportionnellement moins abondantes et ont une tendance, en planches 2 et 3, à devenir grosses et à se ramifier.

» Le Lupin jaune a donné des résultats très différents. On sait que cette espèce se développe souvent mal dans les terrains pourvus d'une certaine dose de carbonate de chaux. Il en est ainsi dans les terres limoneuses des environs de Gembloux, où chaque racine de Lupin jaune porte à peine une grosse nodosité.

» Tandis que le Lupin n'avait pas de nodosités dans les planches 1, 2 et 4, il en avait quelques-unes en planche 5; sur les pivots des plantes de la planche 3 les tubercules étaient si nombreux qu'ils formaient un chapelet continu depuis le collet jusqu'au sommet; même il s'en était produit sur les racines latérales.

» Voici enfin un dernier résultat non moins curieux. Il est relatif à la Féverole, qui, comme la Fève de marais, sa proche parente, ne donne guère de nodosités dans les milieux pauvres en engrais azotés. Il en existait, en effet, beaucoup sur les pivots et aussi sur les racines latérales dans la planche 1, ainsi que sur les pivots des plantes des planches 2 et 5; mais les tubercules étaient plus rares sur les racines des planches 3 et 4.

» Ainsi l'addition de superphosphate stimule la production des nodosités radicales chez le Pois, la Vesce velue et la Vesce cultivée et surtout chez le Lupin jaune. C'est le contraire chez la Fève. Chez cette dernière espèce, les engrais azotés excitent la formation des nodosités, tandis qu'ils la paralysent chez les autres Légumineuses étudiées ([1]). »

ÉCONOMIE RURALE. — *Les causes d'infécondité des sols tourbeux.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Dans les terrains tourbeux, qui sont naturellement impropres à la culture, l'humus revêt d'ordinaire une forme passive et très réfractaire à la nitrification. Comment interpréter ce fait? On a cru longtemps que l'inertie de l'azote, cause essentielle d'infécondité, dépendait exclusivement de l'état mouilleux du sol et de la surabondance des matières organiques. S'il

([1]) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIII, p. 151; 1899.

en était réellement ainsi, on comprendrait mal l'insuffisance de l'assainissement et du chaulage comme procédés d'amélioration, et l'on ne s'expliquerait pas la persistance du défaut de nitrification dans des terres calcaro-humifères convenablement drainées. Il nous faut, dans ce cas, invoquer d'autres raisons pour établir les véritables causes de la passivité des composés azotés de l'humus de tourbe.

» J'avais d'abord pensé que la mauvaise constitution du milieu pouvait être un obstacle au développement des ferments nitrificateurs; et, comme il était facile de rechercher expérimentalement ce qu'il y avait de vrai dans cette supposition, je résolus de faire quelques essais de nitrification avec le sulfate d'ammoniaque.

» Mes premières expériences sur ce sujet remontent à plus d'un an; elles furent effectuées, en septembre 1900, avec une terre tourbeuse des environs d'Amiens très appréciée par les maraîchers. Un échantillon de 500gr fut arrosé avec 150cc d'une solution contenant 1gr,5 de sulfate d'ammoniaque; un lot semblable fut réservé comme témoin et reçut 150cc d'eau distillée. Le taux d'humidité a été maintenu constant pendant toute la durée de l'expérience. Tous les 10 jours, je prélevai 130gr de matière pour le dosage des nitrates. En un mois, comme le montre le Tableau suivant, le sel ammoniacal fut nitrifié :

	Azote nitrique, en milligrammes, obtenu après			
	10 jours.	20 jours.	30 jours.	40 jours.
Témoin	0,95	1	1	1,1
Tourbe avec sulfate d'ammoniaque	33,7	50	60	61

» Au printemps suivant, je fis de nouveaux essais sur différentes tourbes ayant reçu 30cc d'une solution dosant 0gr,5 de sulfate d'ammoniaque, pour 100gr de terre. Les résultats obtenus sont à peu près du même ordre, mais la nitrification n'a pas été aussi complète :

	Azote nitrique, en milligrammes, obtenu en un mois.		
	Tourbe de Brunémont (Nord).	Tourbe de Palluel (P.-de-C.).	Tourbe d'Abbeville (Somme).
Témoins [1]	5	6	2,5
Tourbes avec sulfate d'ammoniaque	80	87	96

» Le fait que des sols naturellement inaptes à nitrifier l'azote qui s'y trouve contenu peuvent, comme les terres ordinaires, transformer les sels ammoniacaux qu'on y incorpore artificiellement, montre bien que l'inertie de l'azote est plutôt imputable à la nature de l'humus qu'à la constitu-

(1) Les témoins accusent ici une proportion d'azote nitrique plus élevée; cela tient à ce que les terres ont séjourné plus longtemps au laboratoire, avant d'être mises en expérience, et qu'elles ont pu ainsi absorber des vapeurs ammoniacales.

tion physique du milieu. Il est visible, en effet, que si la matière azotée de la tourbe pouvait se transformer en composés ammoniacaux, la nitrification se produirait abondamment dans les sols tourbeux. C'est donc au *défaut d'ammonisation* que nous devons attribuer l'inertie de l'azote.

» J'ai poussé plus loin mes investigations. J'ai voulu établir que le manque de potasse, dans certaines terres humifères, était la cause déterminante de la passivité de l'humus. L'analyse montre que dans les sols ordinaires le rapport de l'azote à la potasse oscille entre 1 et 2. Il est bien loin d'en être ainsi pour les terrains tourbeux; il y a une disproportion considérable entre l'azote et la potasse. J'ai trouvé en effet :

	Azote pour 1000.	Potasse pour 1000.	Rapport de l'azote à la potasse.
Tourbe de Palluel (Pas-de-Calais)....	19,0	0,87	21,8
Tourbe de Brunemont (Nord)........	17,3	0,73	23,6
Tourbe d'Abbeville (Somme)........	21,0	0,91	23,0
Sol tourbeux du Val d'Yèvre (Cher)...	13,2	0,36	36,6

» Ainsi la disproportion n'est pas discutable, surtout si l'on remarque que les terres précédentes sont relativement riches en potasse.

» Dans des recherches antérieures ([1]), dont la plupart ont été effectuées en collaboration avec M. Crochetelle, j'ai montré l'action manifeste des sels de potasse sur la nitrification. Il pouvait être intéressant de rechercher expérimentalement si le carbonate de potassium, puissant dissolvant de l'humus, ne favorisait pas d'une façon sensible l'*ammonisation*, c'est-à-dire la production de l'ammoniaque dans la terre arable. Les essais que je vais relater ne laissent aucun doute à cet égard.

» Une tourbe d'Abbeville, dosant 0,000 65 d'azote déplaçable par la magnésie, a été traitée par des doses déterminées de carbonate de potasse; j'ai opéré en vase clos, à 40°, sur 100gr de matière accusant encore 50 pour 100 d'humidité. Après deux, quatre et huit jours d'expérience, on a dosé l'ammoniaque formée et l'on a trouvé respectivement :

Carbonate de potasse. pour 100.	Azote ammoniacal, en milligrammes, obtenu après		
	2 jours.	4 jours.	8 jours.
0	1,2	1,3	1,4
1	16,4	18,4	26,4
1,5	20,4	25,0	32,4
2	26,4	30,6	34,6

([1]) *Comptes rendus*, t. CXVII, CXVIII, CXIX et CXXV.

» Ces résultats montrent bien que le défaut de nitrification des sols tourbeux a pour cause efficiente un état particulier de la matière azotée qui se trouve contenue dans ces sortes de terres, et qui se traduit toujours par un défaut absolu d'ammonisation; cet état me paraît être une conséquence inévitable du manque de potasse active, puisqu'il suffit d'incorporer au sol du carbonate de potasse ou des matières pouvant l'engendrer par double décomposition pour rendre l'humus nitrifiable en favorisant l'action des ferments ammoniacaux. »

BOTANIQUE. — *Un nouveau cas de variation de la Vigne à la suite du greffage mixte.* Note de M. **A. Jurie**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une précédente Note [1], j'ai indiqué à l'Académie comment, à la suite du greffage mixte, j'ai obtenu une grappe à fleurs hermaphrodites sur un pied de Vigne qui jusqu'ici n'avait fourni que des fleurs mâles. J'ai attribué cette variation à un mélange de sèves qui, après greffage, avaient rendu prédominante une sève commune au sujet et au greffon, et qui se trouvait auparavant en minorité. J'ajoutais que j'avais plusieurs expériences en cours dans le but de vérifier cette hypothèse, émise en 1899, et de rechercher si l'on pouvait, par des greffes raisonnées, améliorer le fruit ou augmenter ou diminuer la résistance d'une partie déterminée de la Vigne, en la greffant sur une Vigne de résistance différente.

» Voici les résultats de ces expériences.

» J'ai pris pour sujet d'études un de mes hybrides, le 340^A; c'est un othello $\times$ Mondeure *Rupestris Monticola*, d'une faible résistance au phylloxera. Son raisin est *tardif* et *foxé*, à grains serrés, ne fendant pas et ne pourrissant pas. J'ai greffé cet hybride, en 1898, sur dix pieds de *Cordifolia Rupestris* de Grasset, que j'avais sous la main en ce moment. Or, cette dernière plante fournit un raisin précoce; elle est d'une haute résistance au phylloxera et calcifuge. En 1899, je fus surpris de voir sur tous mes greffons des raisins dorés et absolument sans goût de fox, mûrs au 15 août, quand ceux du pied mère étaient encore à ce moment à l'état de verjus. Les dix pieds présentaient à la fois la même variation, qui était bien le résultat de la greffe; on ne pourrait guère, en effet, invoquer ici une variation de bourgeons, puisqu'il s'agit de dix greffons ayant varié dans le même sens et que les parents de l'hybride ainsi modifié sont tous tardifs.

» Au printemps 1900, je fis trente boutures de ces dix pieds atteints par la varia-

---

[1] A. Jurie, *Sur un cas de déterminisme sexuel produit par la greffe mixte* (*Comptes rendus*, 2 septembre 1901).

tion. Tous ces pieds nouveaux ont conservé intégralement leur caractère de précocité acquis à la suite du greffage, et cette année au 15 août 1901 j'ai pu montrer aux membres de la Commission d'enquête de la Société des Agriculteurs de France, sur les producteurs directs, ces boutures ayant à la deuxième feuille des raisins mûrs dorés, absolument droits de goût et en tous points pareils à ceux des pieds sur lesquels elles avaient été prises.

» Ces mêmes boutures m'ont révélé un autre fait intéressant. Cette année, au printemps, elles ont été atteintes de la chlorose. Or, d'après les études de M. Millardet, l'hybride de 340^A est des plus résistants à cette maladie et donne sa résistance égale à celle du *Rupestris* du Lot.

» La diminution de la résistance à la suite de son greffage sur plante calcifuge est donc encore un caractère du sujet transmis au greffon.

» Enfin cette année, j'ai constaté sur ce même 340^A un phénomène nouveau, concernant la résistance au phylloxera.

» Désireux de voir si le sujet avait transmis au greffon sa résistance phylloxérique, j'ai fait les expériences suivantes. Dans deux pots d'assez grande taille, je bouturai à la fois le 340^A provenant du pied mère et le 340^A provenant des greffons placés sur *Cordifolia Rupestris*. Je plaçais plus tard entre ces deux boutures des racines couvertes de phylloxeras. Le 8 novembre dernier, je levai les boutures de l'un des pots : la bouture venant du piedmère portait dix nodosités phylloxériques quand la bouture du pied greffé n'en portait pas. Ces boutures ont été adressées à M. Millardet qui a vérifié le fait.

» Le 14 novembre les boutures furent levées en présence de M. Daniel, qui se rendait au Congrès de Lyon ; l'expérience fut tout aussi concluante : seule la bouture provenant du pied greffé était indemne ; l'autre portait de nombreuses nodosités. Ces quatre boutures ont été montrées en nature au Congrès de l'hybridation de Lyon le 16 novembre dernier, et chacun a pu se convaincre de la réalité du fait.

» Si je rapproche ces résultats du cas de déterminisme sexuel que j'ai déjà signalé, je crois pouvoir en tirer les conclusions suivantes :

» 1° La variation spécifique observée par M. Daniel dans les plantes herbacées et certaines plantes ligneuses existe aussi dans les greffes de Vigne, contrairement à l'opinion dominante actuelle : cette variation porte sur les sexes, la précocité, la résistance aux agents extérieurs qui peut être augmentée ou diminuée suivant la prédominance de telle ou telle série, à la suite de la coalescence des cellules végétatives.

» 2° Ces faits viennent à l'appui des théories générales de M. Armand Gautier sur le mécanisme de l'hybridation et de la production des races (1).

Ils sont conformes aux théories et aux résultats des beaux travaux de

(1) Armand Gautier, *Les mécanismes de l'hybridation et de la production des races* (Congrès de l'hybridation de la vigne ; Lyon, 16 novembre 1901).

M. Daniel sur la variation dans le greffage [1] et réalisent la première application à la Vigne de sa méthode de perfectionnement systématique des végétaux qui, j'en suis convaincu, est appelée à rendre les plus grands services à la Viticulture. »

BOTANIQUE. — *Sur le vieillissement de l'embryon des Graminées.* Note de M. **Edmond Gain**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Dans une Communication antérieure [2], nous avons indiqué que les embryons des graines pharaoniques étaient très modifiés. Leur état, si différent de celui des embryons modernes de même espèce, nous a amené à rechercher les conditions de cette transformation.

» Celle-ci pouvait être attribuée à une sorte de vieillissement naturel ou bien à un traitement que ces graines auraient subi, lors de leur dépôt, en vue d'empêcher leur évolution ultérieure. Nous exposerons ailleurs le résultat de nos expériences à ce sujet; mentionnons seulement ici que beaucoup de lots de graines pharaoniques n'ont subi aucune préparation. D'ailleurs, la comparaison de l'embryon de ces graines antiques avec des graines d'herbier, moins anciennes, démontre que l'état de leur embryon s'explique parfaitement par le vieillissement naturel.

» On ignore jusqu'ici si le germe reste morphologiquement intact en vieillissant, lorsque les graines sont conservées dans de bonnes conditions. Nous avons cherché si des caractères de vieillesse peuvent être trouvés et au bout de combien de temps ils se manifestent.

» Cette Note est relative à l'examen d'environ vingt-cinq variétés de diverses Graminées : Blés appartenant aux *Triticum sativum, T. turgidum, T. polonicum, T. Spelta, T. monococcum; Ægilops ovata, Æ. speltœformis, Æ. squavœsa, Æ. triuncialis; Hordeum vulgare, H. distichon, H. hexastichum; Zea Mays* (10 variétés).

» Les graines examinées peuvent être considérées comme d'origine et d'âge authentiques et proviennent des collections suivantes :

» *Collections du Musée d'Ethnographie du Trocadéro* (directeur, M. Hamy) : Graines des sépultures péruviennes d'Ancon (XVIe siècle). — *Collections pharao-*

---

(1) L. Daniel, *La variation spécifique dans le greffage* (Congrès de l'hybridation; Lyon, 16 novembre 1901).

(2) *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1643; 1900.

niques du Musée de Boulaq (directeur, M. Maspero). — *Herbier Dominique Perrin de Dommartin* (¹) (1604-1650), Nancy. — *Collections du Muséum d'Histoire naturelle de Paris* (MM. Bureau, Poisson, Bonnet) : Plantes des herbiers de Tournefort (1700), A.-L. de Jussieu (1750), Pourret (1785), A.-P. de Candolle (1822), Desvaux (1831), Lejeune (1835), Grenier (1849). — *Herbiers des Collections de la Sorbonne* (1789-1880), M. Masclef. — *Collections de l'École de Médecine de Reims.* (M. Géneau de la Marlière) : Herbiers Levent et Saubinet (1827-1850). — *Collections de Céréales de Godron* (1850), Nancy, etc.

» On a pratiqué, dans les grains de chacune des espèces citées, des coupes longitudinales assez épaisses, d'épaisseur comparable, et passant par le plan médian de l'embryon. En comparant ces coupes, même à un faible grossissement, l'état des embryons permet de les placer presque avec certitude dans l'ordre d'ancienneté, bien que les origines des graines soient différentes. Pour des graines âgées de 4, 20, 50, 100, 200, 400, 3000 ans, le classement est facile. Sans indication préalable, on réussit, par exemple, à placer, par ordre d'âge, les grains suivants :

Triticum turgidum.......	3 ans,	51 ans,	64 ans,	70 ans,	116 ans.
Triticum Spelta..........	4 ans,	51 ans,	66 ans,	79 ans.	

» Conservées non à l'abri de l'air, les graines de Blés, Orges, Maïs, et en général toutes les Graminées observées par nous, ont montré une altération graduelle de l'embryon. Avec l'âge, l'embryon jaunit, puis subit un brunissement noir rougeâtre, très apparent à l'œil nu, et dont on peut mesurer l'intensité sur les coupes vues au microscope. Pour toutes les Graminées âgées de plus d'un siècle, ce brunissement caractéristique était déjà très accentué. Celui-ci s'exagère déjà beaucoup pendant le second siècle. Le degré d'altération des Maïs des sépultures péruviennes d'Ancon, par exemple, est presque aussi intense que celui des céréales pharaoniques. Ces dernières, malgré leurs âges parfois très différents, sont donc à peu près dans un même état de conservation.

» Au début de la transformation de l'embryon, pendant les cinquante premières années de conservation, la marche de l'altération n'est pas toujours régulière. On peut le constater en comparant des lots de diverses origines. Un embryon de 4 ans peut manifester parfois une altération aussi visible que celle qu'on enregistre habituellement sur un embryon de 40 ans, et inversement. Ces différences peuvent probablement provenir de causes diverses : climat de l'année de la récolte, degré de maturité du grain au moment de la récolte, etc. C'est surtout sur des graines âgées de 40 à 120 ans qu'on peut suivre le brunissement graduel de l'embryon. On observe que les régions des points végétatifs sont les premières modifiées. L'ordre d'envahissement des parties est le suivant : gemmules et premières feuilles, cône radiculaire, partie moyenne de l'embryon, scutellum.

(¹) Cet herbier a été retrouvé par nous en 1900. C'est l'herbier français le plus ancien qui soit connu actuellement, après celui de Jean Girault. L'herbier Perrin est aussi un des sept plus anciens herbiers d'Europe. Il comprend 996 plantes et fait désormais partie des collections de l'Université de Nancy.

» Si l'on remarque que les embryons des Graminées sont relativement riches en matières grasses (souvent plus de 7 pour 100), on peut penser que ces substances très altérables sont une des causes de la transformation constatée. On sait, en effet, que les graines dites *oléagineuses* sont rapidement modifiées chimiquement, et perdent en même temps leur pouvoir germinatif.

» Parmi les graines qui manifestent leur faculté germinative par un début de germination, dans de nombreux essais, aucune d'elles n'a présenté la trace d'un commencement de brunissement.

» Nous ne pouvons pas encore savoir d'une façon certaine si le brunissement des graines des Graminées leur fait perdre leur pouvoir germinatif, ou s'il n'est qu'une conséquence de la mort définitive de la graine.

» Nous continuons nos recherches à ce sujet, ainsi que l'étude des modifications, avec l'âge, des graines pourvues de réserves de diverses natures.

» *Conclusions.* — Il résulte des observations précédentes que l'on possède désormais une méthode pour classer des graines de Graminées par ordre relatif d'ancienneté. On peut aussi, dans une certaine mesure, déduire approximativement l'âge d'une de ces graines, en comparant le degré de brunissement de l'embryon avec celui de graines types dont l'âge est connu. »

BOTANIQUE. — *Sur les globules réfringents du parenchyme chlorophyllien des feuilles.* Note de M. **Louis Petit**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Il est aisé d'apercevoir, sans aucun réactif, dans les cellules du parenchyme chlorophyllien de certaines feuilles, par exemple chez les Saxifrages, un globule très réfringent (rarement deux ou trois). Parfois, si les grains de chlorophylle sont trop nombreux et masquent le globule, on peut le faire apparaître en ajoutant à la préparation une goutte d'eau de Javel, qui décolore les grains.

» Généralement, ce sont des globules de graisse puisqu'ils ne disparaissent pas sous l'action de l'eau de Javel, ne se dissolvent pas dans l'alcool, sont dissous par l'éther et colorés en rouge par la teinture d'alkanna. Toutefois, pour ne rien préjuger sur leur nature (graisseuse ou résineuse) et aussi pour simplifier le langage, je les désignerai sous le nom de *sphérulins*.

» Je n'ai pas la prétention de révéler aux botanistes l'existence de ces globules, mais je veux faire à leur sujet les deux remarques suivantes :

» 1° Les sphérulins existent, tantôt dans tous les genres d'une même

famille, ou du moins dans la grande majorité des genres; tantôt on ne les rencontre pas du tout ou dans quelques genres seulement;

» 2° Ces sphérulins se montrent surtout chez les familles supérieures, principalement chez les Gamopétales inférovariées et supérovariées et les Dialypétales inférovariées. Parmi les Dialypétales supérovariées, je ne les ai trouvés (je parle des grandes familles) que dans les Rosacées, qui du reste ont des affinités avec les Saxifragacées et exceptionnellement chez les Renonculacées dans les feuilles du *Pœonia Moutan* qui forme un trait d'union entre les Renonculacées et les Rosacées.

» Le Tableau suivant permet de se rendre facilement compte de la distribution des sphérulins dans les Gamopétales et les Dialypétales. Les familles dont les genres sont tous ou en majorité pourvus de sphérulins sont précédés d'un astérisque.

» **Gamopétales inférovariées.**

» *Composées : Sur 10 genres, 7 ont des sphérulins. — *Dipsacées. — *Caprifoliaciées. — *Rubiacées. — *Lobéliacées. — *Goodéniacées. — *Campanulacées.

» **Gamopétales supérovariées.**

» Gesnéracées. — Plantaginées. — *Labiées : Sur 10 genres, 8 ont des sphérulins. — *Verbénacées. — *Acanthacées. — Bignoniacées. — Scrophulariacées. Except. : *Paulownia* et *Penstemon*. — Hydrophyllées. — *Asclépiadées. — *Apocynées. — Oléacées : Sur 9 genres, 3 seulement ont des sphérulins. — Polémoniées. — Borraginées. — Solanées. — *Ericacées. Sphérulins, sauf chez *Erica*.

» **Dialypétales inférovariées.**

» *Cornées. — Araliacées. — Ombellifères. — Cucurbitacées. — Haloragées. — *Œnothéracées. — *Lythracées. — *Saxifragées.

» **Dialypétales supérovariées.**

» *Rosacées. — Légumineuses. — Linacées. — Géraniacées. — Crucifères. — Hypéricacées. — Malvacées. — Sterculiacées. — Tiliacées. Pas de sphérulins, sauf chez *Aristotelia*. — Renonculacées. Pas de sphérulins, sauf chez *Pœonia Moutan* (seul *Pœonia* examiné).

» Je ferai remarquer que les Caprifoliacées et les Cornées, qui sont rapprochées par tant de caractères, possèdent toutes deux des sphérulins.

» J'ajouterai que les feuilles panachées qui renferment des sphérulins dans leur parenchyme vert, n'en contiennent pas dans leur parenchyme incolore. Ex. : *Aucuba japonica*. Les sphérulins m'ont paru manquer dans les jeunes feuilles. J'aurai à étudier ce qui se passe dans les feuilles étiolées.

» Ayant commencé ce Travail à la fin de l'été, je n'ai pas eu le temps de le terminer avant la mauvaise saison, et je ne puis donner de résultats relatifs aux plantes apétales. Toutefois, je puis dire que dans les quelques pré-

parations que j'ai pu faire concernant ce groupe (Urticacées, Polygonées, Chénopodiées, Cupulifères, Inglandées), je n'ai pas observé de sphérulins.

» Je me propose du reste de compléter mes recherches pour les groupes supérieurs et de les étendre aux ordres inférieurs [1]. »

BOTANIQUE. — *Considérations sur la sexualité de certaines levures.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Nous avons publié au mois de juillet [2] dernier, dans les *Comptes rendus* une Note relative à des phénomènes sexuels que nous avions observés chez le *Schizosaccharomyces octosporus* et le *Sch. Pombe.* Schiönning avait déjà signalé le fait chez le *Sch. octosporus*, mais sans étudier le rôle du noyau et sans interpréter le phénomène.

» Nous avons décrit chez ces deux levures une fusion de deux cellules sœurs qui s'unissent pour former l'asque, et nous avons considéré ce phénomène comme un cas typique de *conjugaison par isogamie.* — Le phénomène s'accomplit chez ces deux levures de la manière suivante : deux cellules provenant d'une même bipartition restent accolées l'une à l'autre pendant un certain temps, sans se séparer; puis elles produisent chacune à l'une de leurs extrémités un petit prolongement. Les deux prolongements ainsi formés se rapprochent l'un de l'autre et se soudent, la cloison séparatrice se dissout, et l'unique cellule provenant de cette conjugaison prend une forme plus ou moins ovale qui devient la cellule mère de l'asque. Il reste souvent dans la forme extérieure de l'asque des traces de l'individualité de deux cellules, surtout dans le *Sch. Pombe.*

» Ces phénomènes s'accompagnent toujours d'*une fusion nucléaire :* le noyau de chacune des gamètes s'introduit dans le canal de communication qui réunit les deux cellules et il se produit au milieu de ce canal une fusion de deux noyaux. Le noyau ainsi copulé ne tarde pas à se diviser pour se distribuer dans chacune des spores. C'est au moins là en quoi consiste le phénomène, d'une manière générale, mais il peut se produire un certain

---

[1] Les plantes, au nombre de 250 environ, qui ont servi à cette Étude proviennent du Jardin botanique et des serres de la ville de Rouen.

[2] Guilliermond, *Recherches histologiques sur la sporulation des Schizosaccharomycètes* (*Comptes rendus*, 22 juillet 1901).

nombre d'anomalies. Souvent l'une des gamètes, avant de s'unir à sa congénère, se cloisonne, et les deux gamètes cessent alors d'être sœurs.

» D'autre part il peut exister des cas où la fusion n'a pas lieu : rarement une cellule isolée est capable de donner naissance à une asque, mais plus fréquemment on voit deux gamètes sur le point de s'unir former chacune une asque, sans que la paroi séparatrice se dissolve. Dans les races sporogènes, manifestant une tendance à se transformer en races asporogènes, nous avons rencontré des essais de conjugaison n'aboutissant pas et donnant naissance à des formes bizarres.

» Hansen a observé chez les *S. Ludwigii*, qui à certains égards présentent quelques rapports avec les Schizosaccharomycètes, une fusion s'effectuant entre deux spores au moment de la germination. Bien que ces phénomènes ne paraissent pas avoir *a priori* les caractères de sexualité, nous avons cherché à vérifier ces observations et à nous renseigner sur le rôle du noyau en pareil cas. Malheureusement, depuis six mois que nous étudions la germination de *S. Ludwigii*, nous n'avons jamais pu constater de fusion entre les spores. Ce phénomène ne paraît donc pas avoir la généralité que lui attribue Hansen, à moins que nous n'ayons eu affaire à une variété de cette levure ayant perdu cette curieuse particularité.

» A peu près à la même époque que paraissait notre étude, M. Barker (1) communiquait à la Société royale de Londres une Note très importante relative à des phénomènes d'isogamie constatés dans une levure à multiplication bourgeonnante, découverte par cet auteur dans la fermentation du gingembre commercial.

» Les descriptions de M. Barker ressemblent d'une manière surprenante à celles que nous avons faites au sujet des Schizosaccharomycètes, mais l'auteur ne possédant pas de données suffisamment précises sur le noyau des levures, n'a pas osé se prononcer définitivement sur la fusion nucléaire, bien qu'il attribue à ce phénomène une signification sexuelle.

» Ces observations, sur les détails desquels nous insisterons dans un Mémoire que nous publierons prochainement, présentent un très haut intérêt au moment où la question de la sexualité des Ascomycètes reste encore très confuse; si elles n'apportent que des faits rares dans le groupe des levures, elles n'en sont pas moins instructives et nous renseignent sur la valeur de l'asque que l'on doit considérer comme une forme supérieure

---

(1) BARKER, *A conjugating « Yeast »* (*Proceeding of the Royal Society*, 9 Juli 1901).

de ces champignons qui paraissent devoir être définitivement maintenus parmi les Ascomycètes ([1]). Ainsi sembleraient closes les longues controverses débattues entre Brefeld et certains botanistes, et réveillées dans ces dernières années par des observations de Jörgensen, sur l'origine des levures. »

GÉOLOGIE. — *Preuve de l'existence du Trias en Grèce. Position stratigraphique du calcaire du Cheli.* Note de MM. **L. Cayeux** et **Ed. Ardaillon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« En 1896, M. de Loisy, élève de l'Ecole des Mines, recueillit un fragment d'Ammonite sur « la pente de l'Acropole de Mycènes », à la surface du sol. M. Douvillé, professeur à l'Ecole des Mines, reconnut, dans cette Ammonite, une forme triasique ([2]) et M. Ch. Diener de Vienne la rapporta au genre *Joannites* qui est, suivant son expression, « extrêmement caractéristique de la série tyrolienne du Trias supérieur ».

» Cet unique morceau de fossile a permis de supposer la présence du Trias en Grèce. Toutefois, le gisement de l'échantillon restait à déterminer, et sa détermination était nécessaire pour que la découverte de l'Ammonite acquît toute sa valeur. La mission scientifique dont M. le Ministre de l'Instruction publique nous a chargés en Orient nous a permis de résoudre cette question.

» On peut faire trois hypothèses sur l'origine de cette Ammonite; son gisement est, soit le conglomérat pliocène du Péloponèse, soit le calcaire du Cheli, classé comme tithonique, avec quelque doute, par M. Philippson, soit enfin les déblais qui résultent des multiples explorations de l'Acropole.

» On trouve, en de nombreux points du Péloponèse et principalement dans le Nord, une formation importante de poudingues, rapportés au Pliocène par M. Philippson. Ces poudingues, formés aux dépens de tous les terrains de la presqu'île, existant à Mycènes même, il est rationnel de supposer que l'Ammonite a été trouvée dans ce dépôt et que son premier gisement a été détruit. Cette hypothèse doit être écartée. Le morceau d'Ammonite est caractérisé par une forme nettement anguleuse; il rappelle les éclats de calcaire éboulé sur les pentes, ainsi que l'a noté M. Douvillé,

---

([1]) Guilliermond, *Recherches histologiques sur la sporulation des levures* (*Comptes rendus*, 13 mai 1901).

([2]) Douvillé, *Sur une Ammonite triasique recueillie en Grèce* (in *B. S. G. F.*, 3e série, t. XXIV, 1896; p. 799).

tandis que les éléments du conglomérat sont tous usés et parfaitement arrondis. L'Ammonite en question n'a jamais fait partie du poudingue de Mycènes.

» Nous dirons plus loin ce que nous pensons de la seconde hypothèse. La troisième seule paraît satisfaisante *a priori*. En effet, tous les matériaux qui ont servi soit à construire l'Acropole, soit à sculpter les objets d'art de Mycènes, n'ont pas été tirés de Mycènes ou de ses environs immédiats. Il y a eu certainement importation de pierres étrangères à la région; d'où la possibilité que l'Ammonite ne soit pas originaire de Mycènes et qu'elle ait été recueillie sur la pente des déblais.

» Nos recherches faites en Argolide, et plus spécialement aux environs de Nauplie, en vue de déterminer le gisement de ce fossile, n'ont pas eu de succès; mais nous avons prélevé de nombreux échantillons de roches sédimentaires de tous les terrains, dans l'espoir que le microscope nous permettrait de résoudre la question.

» Une préparation faite par M. Douvillé, en 1896, dans l'échantillon de l'Ammonite montre de nombreuses sections de *Cypridines* dans les points non spathisés de la roche. Certains spécimens de calcaire du Cheli que nous avons recueillis à Hagios Vassilios, au gisement même qui a fourni une *Ellipsactinia* à M. Philippson, donnent des sections très riches en valves isolées ou en coquilles complètes de *Cypridines*. La composition organique des deux calcaires est identique. L'identité se poursuit dans la couleur, dans le grain et même dans le poli qu'ils sont susceptibles de prendre. Il importe de remarquer que cette composition organique est extrêmement spéciale, et qu'on ne la retrouve dans aucun des nombreux calcaires de l'Argolide que nous avons soumis à l'étude micrographique.

» L'origine de l'Ammonite, indiquée par M. de Loisy, se trouve à la fois expliquée et vérifiée. Ce fossile a dû être recueilli sur les pentes de l'Acropole ainsi que l'a déclaré M. de Loisy. Le grand massif du Cheli s'élève en face de Mycènes, et la colline de l'Acropole n'en est qu'une dépendance. Le fragment d'Ammonite n'est autre chose qu'un éclat du calcaire du Cheli, éboulé sur une pente constituée par ce même calcaire.

» La conclusion que ce calcaire du Cheli est le gisement de l'Ammonite paraît s'imposer sans réserve.

» Nous avons trouvé également des coquilles de *Cypridines* dans des échantillons de calcaire avec *Ellipsactinia* de Hagios Vassilios. Les *Ellipsactinia* doivent avoir une distribution dans le temps beaucoup plus étendue qu'on ne l'avait admis jusqu'ici.

» De cette étude, il résulte :

» 1° Qu'il existe bien du Trias en Grèce, comme l'a supposé M. Douvillé; que le grand massif calcaire du Cheli, en Argolide, appartient en partie, sinon en totalité, au Trias supérieur et non au Tithonique;

» 2° Qu'il faut renoncer à faire figurer le calcaire du Cheli parmi les preuves de la transgressivité de Jurassique supérieur dans les régions méditerranéennes;

» 3° Que l'étude micrographique des roches sédimentaires peut fournir la solution d'importants problèmes d'ordre purement stratigraphique. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur le synclinal d'Amélie-les-Bains.* Note de MM. **Léon Bertrand** et **O. Mengel**, présentée par M. Michel Lévy.

« Nous avons entrepris récemment l'étude du bassin synclinal de terrains secondaires et nummulitiques situé à l'est d'Amélie-les-Bains (Pyrénées-Orientales) et, bien qu'il reste beaucoup de points de détail à élucider, nous pouvons dès maintenant donner quelques indications sur l'allure tectonique des couches qui modifient notablement les données qu'ont fournies sur ce synclinal les études de M. Roussel (*Bull. Carte géologique de France,* t. VII, n° 52, p. 12).

» Le bassin en question n'est pas un simple synclinal ; en réalité, il est complexe et divisé par plusieurs anticlinaux très visibles dans la région comprise entre Amélie, Montbolo et Palalda. En montant d'Amélie à Montbolo, on observe, en effet, en outre de la bande triasique formant la bordure nord-ouest du synclinal et reposant en discordance sur les schistes primaires, deux autres bandes de Trias jalonnant les anticlinaux. La première de ces bandes intercalées est très importante et se montre jalonnée par plusieurs grandes exploitations de gypses situées sur la colline qui monte d'Amélie à Montbolo. Ces gypses sont accompagnés par les argiles bariolées caractéristiques du Trias et recouverts par les calcaires rubanés du Lias inférieur; ils ne peuvent donc être rapportés au Cénomanien. Ces divers anticlinaux présentent la particularité intéressante d'être là *renversés vers le sud-ouest et empilés l'un au-dessus de l'autre* en une série isoclinale de couches plongeant au nord-est. Vers l'extrémité du bassin, dans les vignes situées au-dessous de Montbolo à l'ouest du village, les calcaires liasiques et les dolomies jurassiques qui jalonnaient les synclinaux intermédiaires disparaissent et les axes triasiques viennent se réunir en un affleurement important de Trias, qui présente là un développement très exagéré de ces replis successifs.

» La prolongation de ces bandes triasiques vers l'est se fait d'une façon intéressante ; la première, celle qui repose directement sur le Primaire et forme la bordure du bassin secondaire, traverse le Tech à Amélie en se dirigeant au sud-est, comme l'a indiqué M. Roussel. Mais la suivante, celle des

carrières de gypse, se prolonge directement vers l'est, en passant au sud de la Paladda, où existe une autre exploitation au bord du Tech. Le synclinal intermédiaire, qui est absolument écrasé et renversé dans la région à l'ouest du Tech, où il s'y rencontre à peine un lambeau de calcaire urgo-aptien, s'ouvre au contraire largement à l'est de la vallée entre ces deux bandes triasiques divergentes; c'est dans ce synclinal très étalé que se rencontrent les couches crétacées supérieures (grès cénomaniens, calcaires à hippurites, etc.) et nummulitiques.

» Au contraire, la partie du bassin située au nord de l'anticlinal précédent et qui forme la plus grande partie de l'affleurement de terrains secondaires au nord-ouest du Tech s'étrangle très fortement et disparaît presque complètement à l'est de la vallée. Sur le chemin montant de Las Amas à Reynès, on rencontre en effet, au nord du grand synclinal précédent, un seul axe anticlinal triasique qui est vraisemblement la prolongation de celui que nous venons de jalonner plus à l'ouest, et ce Trias n'est séparé du substratum primaire du bord nord du bassin que par une faible épaisseur de calcaires liasiques représentant à eux seuls la prolongation de toute la partie du bassin comprise plus à l'ouest entre sa bordure nord et Montbolo. On voit donc le rôle important que joue le grand anticlinal ouest-est qui coupe en écharpe le bassin secondaire étudié, et l'on peut constater qu'au point de vue tectonique la partie très étroite de ce bassin, qui se prolonge à l'est vers Reynès et Céret, est seulement la prolongation du premier synclinal secondaire rencontré au sud de cet anticlinal.

» Il existe un autre fait important à signaler : *sur le bord sud du bassin*, on observe bien, comme l'a indiqué M. Roussel, une disparition graduelle des divers termes de la série secondaire, depuis le Trias jusqu'au Crétacé supérieur, quand on se dirige d'Amélie-les-Bains vers Reynès. Mais nous ne pouvons admettre qu'il s'agisse d'une régression graduelle des couches; les schistes cristallins surplombent nettement les terrains secondaires et ceux-ci sont assez fortement renversés vers le Nord avant leur disparition, qui doit résulter *d'un étirement par renversement du substratum de terrains primaires sur le bassin secondaire, c'est-à-dire vers le Nord*.

» D'autre part, M. Roussel admet qu'entre Reynès et Céret il n'y a que le Cénomanien et le Danien et il attribue au premier de ces étages les gypses exploités en divers points jusqu'à Céret; cette attribution ne nous semble pas plus justifiée que pour les gypses de Paladda et nous pensons que ces gypses, qui reposent directement sur les schistes primaires, sont aussi triasiques. »

GÉOLOGIE. — *Le décrochement quartzeux d'Évaux et Saint-Maurice (Creuse).* Note de M. **L. de Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

« Le filon de quartz de Saint-Maurice et d'Évaux constitue un des plus beaux *décrochements* qu'on puisse observer dans le Plateau Central et même en Europe. Il mérite d'être connu à l'égal des grands filons-failles du Beaujolais étudiés par M. Michel Lévy [1], ou de ces *gigantesques traînées de quartz*, dont M. Suess a montré l'importance en Bohême et qu'il considère comme *les plus grandes dislocations linéaires connues sur notre continent*. Car, si le Grand Pfahl a 150^{km} de long et les deux autres dykes quartzeux de la même région respectivement 55^{km} et 40^{km}, celui de Saint-Maurice (en admettant sa continuité malgré le rejet qui le fait disparaître un moment vers Chambon) a, de Soumans au nord jusqu'à Tralaigues au sud, près de 56^{km}. Si on laisse de côté le tronçon rejeté du nord, sa portion presque continue du sud en a encore 41. Quant à ses dimensions en largeur, elles sont comparables à celles du Pfahl, souvent 25^{m} à 30^{m}, peut-être même plus par endroits.

» Ce filon présente, d'ailleurs, un intérêt tectonique remarquable, par la façon dont il se coude à angle droit pour épouser la direction du grand sillon houiller transversal du Plateau Central, à l'origine duquel il apporte par suite quelque éclaircissement. De ce côté ouest du sillon houiller, comme du côté est dans les terrains cristallophylliens, on trouve ainsi l'indice d'un mouvement de refoulement, qui a dû se produire, du nord vers le sud, le long de cette grande ligne de fracture et qui peut expliquer l'inflexion si marquée à sa rencontre de la zone dinantienne.

» Le décrochement quartzeux en question est, si nous le suivons du sud au nord, manifesté d'abord par des veines assez minces dans le gneiss (dont il sépare deux variétés), puis dans le granite, de Tralaigues vers Biollet. C'est là qu'il s'incurve et commence à prendre une importance notable. Entre Roche-d'Agoux et Saint-Maurice, il forme une grande muraille de quartz en saillie, aux apparences de mur cyclopéen, sur 2^{km} de long et 30^{m}

---

[1] Feuilles au $\frac{1}{80000}$ de Bourg, Mâcon et Charolles. Ces filons N.-O. (Ardillats, etc.) ont été suivis par des failles, qui intéressent au moins jusqu'au bajocien. Ils sont parfois plombifères. Un décrochement analogue et du même âge prend en écharpe tout le Morvan.

à 40^m de large. Puis il suit une faille au contact du dinantien et du granite et paraît s'incurver, se disloquer par tronçons le long de ce contact sinueux, Une série de dykes quartzeux, éparpillés dans le carbonifère, marquent son passage probable pendant un certain intervalle; mais bientôt, vers Châteausur-Cher, on le voit reparaître en un large dyke, qui renferme là, sur des épaisseurs de plusieurs mètres, de la barytine et de la fluorine. Au bout de $3^{km},5$, le filon disparaît encore un moment pour reparaître vers Évaux, avec remplissage de quartz, de barytine et pyrite accessoire.

» Ce filon d'Évaux offre un intérêt spécial; car c'est à son contact ouest, au point où il traverse un petit vallon, que sort une source thermale abondante à 47°. Visiblement, on a là une réapparition d'eaux souterraines, infiltrées dans le sol sur tout le plateau sud-est et remontées de la profondeur le long de ce dyke quartzeux qui a dû leur opposer, vers le nord-est, un barrage étanche.

» Après la source, le filon est coupé par le prolongement de la faille, qui limite au nord le terrain dinantien de Chambon et rejeté d'une douzaine de kilomètres à l'ouest. Il reparaît au sud d'Auge, se dresse de nouveau en une crête saillante entre Bordessoule et la Garde et disparaît enfin définitivement, avant d'arriver à une faille qui limite au nord les roches granitiques et interrompt, en même temps, tous les filons quartzeux de la région.

» D'une façon générale, le remplissage quartzeux a été plusieurs fois disloqué et ressoudé par de la silice pendant sa formation. On y observe, soit des fragments d'un premier dépôt quartzeux, soit des débris des parois, granite ou gneiss, englobés par ce quartz. Souvent aussi, le quartz présente des rubanements parallèles, soit rouges et blancs, soit jaunes et blancs, avec géode au centre. En moyenne, le quartz est blanc mat tendant au pétrosilex, ou blanc laiteux, parfois à grain saccharoïde, très différent des quartz stannifères. Nous avons vu qu'il renfermait un peu de pyrite et souvent une grande abondance de barytine ou de fluorine, peut-être dans des réouvertures.

» En dehors de la source thermale d'Évaux signalée plus haut, la circulation abondante des eaux souterraines à son contact est manifestée par une source pérenne, dite *font bouillant*, près Saint-Maurice, et par une décomposition très étendue des roches à son voisinage, ces roches ayant perdu leurs éléments solubles pour laisser un résidu argileux, visible souvent sur plusieurs centaines de mètres le long du quartz.

» L'altitude à laquelle affleure le filon varie de la cote 747 à la cote 389.

» L'âge de cet accident, certainement post-dinantien puisqu'il intéresse la base du carbonifère, semble, d'autre part, antérieur au stéphanien, c'est-à-dire plus ancien que celui des filons du Beaujolais; aucun des très nombreux filons de quartz connexes, qui recoupent le dinantien de la région, ne traverse en effet le stéphanien, et, d'autre part, les terrains de ce dernier étage se sont déposés dans des lacs, dont le fond et les parois latérales accusent souvent une silicification intense. Diverses autres considérations amènent à rattacher ce filon quartzeux à l'ensemble des phénomènes très importants, qui ont marqué, dans la région considérée, l'intervalle entre le dinantien et le stéphanien : érection d'une haute chaîne de plissement, creusement de lacs alpestres, ouverture de fractures et éruptions volcaniques, dont nous nous proposons de résumer ultérieurement les caractères. Le remplissage quartzeux considéré ne serait qu'un des termes de ces phénomènes, marqués d'autre part par des épanchements de roches éruptives (microgranulites, porphyres pétrosiliceux, etc.), et ici par les considérables circulations hydrothermales, dont le dépôt d'une telle quantité de silice est l'indice. »

GÉOLOGIE. — *Sur un nouveau gisement de terrain miocène à l'intérieur de la Corse.* Note de M. E. **Maury**, présentée par M. Michel Lévy.

« Jusqu'à présent le terrain miocène observé en Corse ne s'était montré que sur les bords de la mer, à Aleria, Saint-Florent et Bonifacio; aucune autre formation du même système n'avait encore été rencontrée à l'intérieur de l'île.

» Les recherches que j'ai eu l'occasion de faire récemment pour le service de la Carte géologique dans la région de Bastia m'ont permis de découvrir, aux environs de Ponteleccia, une formation marine appartenant au miocène et dont la faune diffère essentiellement de celles qui ont été signalées dans l'île.

» Sur la rive gauche du Golo, le long de la ligne du chemin de fer, au-dessus des alluvions récentes de la rivière, on observe un puissant dépôt détritique composé en majeure partie de poudingues. Ce terrain constitue de petites collines arrondies, stériles et qui ne présentent comme végétation que des cistes clairsemés. L'épaisseur totale de l'assise peut être évaluée à une centaine de mètres.

» On rencontre à la base une brèche à éléments peu usés et d'assez grosses dimensions parmi lesquels on peut reconnaître des débris appartenant aux roches éruptives de la région, aux schistes métamorphiques anciens et aux roches du trias et de l'in-

fralias. Les mêmes roches se retrouvent à l'état de galets de grandes dimensions dans les bancs de poudingues surmontant la brèche.

» Ces poudingues offrent, à la base, des intercalations de marnes sableuses ou gréseuses, micacées, de couleur grise ou jaunâtre, contenant encore de petits éléments roulés. C'est au sein de ces marnes que l'on rencontre des Mollusques marins paraissant appartenir à la partie supérieure de l'étage helvétien.

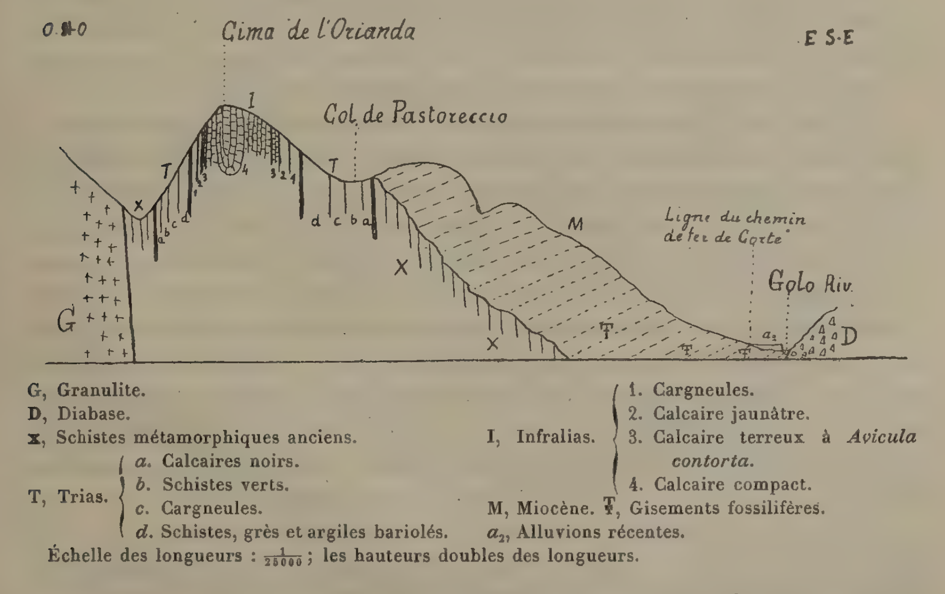
» Les fossiles se trouvent à trois niveaux principaux. Le gisement le plus fossilifère est situé vers la partie inférieure. Il contient de nombreux Gastropodes et Acéphales représentés par les genres *Cerithium, Nassa, Pleurotoma, Natica, Terebra, Murex, Arca, Cardium, Pecten,* etc. Parmi les fossiles les mieux conservés, nous avons reconnu : *Nassa borelliana* Bellardi, *Terebra subtessellatum* d'Orbigny.

» Le niveau moyen contient des débris d'Huîtres et, le niveau supérieur, des Pectens, dont l'un rappelle le *Pecten Gray* Michelotti et se rapproche beaucoup du *Pecten Jacobæus* Linné.

» La formation que nous venons de signaler n'avait pas été reconnue par M. Hollande, qui avait cru devoir l'attribuer aux alluvions supérieures du Golo.

» M. Nentien n'a figuré dans cette région, sur sa Carte géologique de la Corse, que des dépôts d'âge triasique.

» Comme l'indique la coupe ci-dessous, le miocène de Ponteleccia, dont les affleurements ont une direction nord-ouest sud-est, repose en discordance sur les schistes anciens métamorphiques **x**. L'inclinaison de ces bancs est d'environ 30°, tandis que les terrains sous-jacents ont leurs tranches orientées nord-sud et sont presque verticaux.



G, Granulite.
D, Diabase.
x, Schistes métamorphiques anciens.
T, Trias. { *a*. Calcaires noirs. *b*. Schistes verts. *c*. Cargneules. *d*. Schistes, grès et argiles bariolés.
I, Infralias. { 1. Cargneules. 2. Calcaire jaunâtre. 3. Calcaire terreux à *Avicula contorta*. 4. Calcaire compact.
M, Miocène. Ŧ, Gisements fossilifères.
a_2, Alluvions récentes.
Échelle des longueurs : $\frac{1}{25000}$; les hauteurs doubles des longueurs.

» Le terrain que nous décrivons a dû se déposer au fond d'un golfe

enserré dans des montagnes très élevées, dont les plissements sont bien antérieurs à la formation miocène. La dépression où il se trouve devait recevoir des apports torrentiels descendant des montagnes avoisinantes et elle ne pouvait communiquer avec la mer que dans la direction du nord-ouest, par le col de Pietralba. La pénétration n'aurait pu s'effectuer, en effet, du côté de l'est que par l'étroit défilé du Golo, si toutefois cette vallée existait déjà à l'époque miocène.

» La découverte de ce nouveau gisement tertiaire vient donc jeter un jour nouveau sur la répartition des eaux marines en Corse à l'époque miocène. L'étude approfondie de sa faune nous permettra de fixer plus exactement les rapports que peut présenter cette formation avec les dépôts du même âge qui existent dans l'Italie septentrionale et aussi avec les terrains miocènes connus depuis longtemps sur la côte orientale de la Corse. »

HYDROLOGIE. — *Sur de nouvelles constatations relatives à la contamination des résurgences (sources vauclusiennes) des terrains calcaires en France.* Note de M. **Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dès 1891, j'ai révélé (*Comptes rendus*, 21 mars 1892) les graves risques de pollution, complètement ignorés jusque-là, que le jet des bêtes mortes, etc. dans les *abîmes* des régions calcaires fait courir aux sources dites *vauclusiennes*, pour lesquelles j'ai proposé le terme de *résurgences*.

» Je n'ai cessé d'accumuler ici même (*Comptes rendus*, 13 janvier 1894, 16 novembre 1896, 24 mai 1897, 29 novembre 1897, 24 octobre 1898) et dans mes divers Ouvrages, les preuves à l'appui de cette constatation, et de les étendre non seulement aux rivières qui s'engloutissent dans des cavernes après *un long trajet à ciel ouvert* (comme l'avait déjà remarqué M. Édouard Dupont pour Han-sur-Lesse, en Belgique, *Bulletin de la Soc. belge de Géologie*, 29 juillet 1890), mais encore à toutes les fissures, qui absorbent les ruissellements pluviaux dans le crible des calcaires et même des craies, pour les drainer vers les résurgences, à travers le complexe réseau des joints et diaclases, dont le pouvoir filtrant et épurateur doit être, en principe, considéré désormais comme très faible, sinon absolument nul.

» Les pouvoirs publics se sont émus de ces faits dénoncés : à la suite de deux débats parlementaires (Sénat, 18 novembre 1898; Chambre des députés, 30 janvier 1899), on nomma, le 10 avril 1899, une Commission

chargée d'assurer la protection des sources, et spécialement des sources dites *vauclusiennes*.

» Les travaux de cette Commission aboutirent : 1° à la circulaire ministérielle du 10 décembre 1900, qui soumet tout projet de captage et d'adduction d'eau au triple examen d'un géologue, d'un chimiste et d'un bactériologiste; 2° à l'introduction d'un article spécial dans la loi sur l'hygiène publique, qui n'attend plus qu'un dernier vote.

» Enfin, les récentes Notes (*Comptes rendus*, 19 août et 2 décembre 1901) relatives à la correspondance entre les pertes du Doubs, à Arçon, et la résurgence de la Loue, lors de l'incendie de la fabrique d'absinthe Pernod, à Pontarlier, ont donné une définitive sanction à mes idées « sur le danger » permanent de pollutions malsaines, auquel se trouvent exposées la plu- » part des sources des terrains calcaires, par suite de la fissuration de ces » terrains » [*Contamination de la source de Sauve* (*Comptes rendus*, 29 novembre 1897)].

» Mais les mesures déjà prises ou prévues devront être complétées, pour corriger ou supprimer rétroactivement des états de choses qui, dans une quantité de localités, constituent présentement un risque *établi* de pollution plus ou moins assurée.

» J'en citerai quelques exemples, parmi ceux que j'ai recueillis au cours de mes trois dernières années de recherches souterraines (12ᵉ à 14ᵉ campagne, 1899 à 1901) :

» Dans le *Jura*, et sous la conduite de M. Fournier (mai 1899 et juillet 1901), j'ai formellement constaté que les grandes résurgences de la *Loue*, du *Lison*, du *Dessoubre*, de la *Brème*, etc., ne sont que les réapparitions de ruisseaux perdus ou d'eaux infiltrées en amont, parmi les fissures des plateaux ou les *emposieux* des bassins fermés.

» Dans le *Vercors* (Drôme, juillet 1899), le ruisseau qui sort de la grotte du *Brudoux* a été capté pour alimenter la maison forestière de *Lente;* or le Brudoux souterrain tire son origine des infiltrations qu'absorbent les *pots* et les *scialets* du plateau de *Fondurle*, où de nombreux troupeaux répandent leurs fumiers pendant la saison du pacage.

» Non loin de là, à Vassieux, le scialet de la *Cèpe* renferme, à 65^m sous terre, un vaste bassin d'eau, encombré par les carcasses d'animaux que le propriétaire y laisse jeter moyennant rétribution; il est probable que, à 3^{km} seulement au sud-est, la source de la Vernaison est en relation plus ou moins directe avec le *jus de cadavres* de ce bassin.

» Dans quatorze abîmes explorés des plateaux de Vaucluse (août-septembre 1899), des monceaux d'ossements sont délavés par les pluies infiltrées, que colligent les canaux encore ignorés de la fontaine de *Vaucluse*.

» La ville du Vigan (Gard) est alimentée par la fontaine d'*Isis,* réapparition du ruisseau de *Coudoulous,* dont le cours est souillé en amont par les villages de la vallée d'Arphy et d'Aulas.

» Le 11 septembre 1900, les puissants ruisseaux qui sortent du pied du Causse Méjean à Saint-Chély-du-Tarn (Lozère), dans la gorge du Tarn, déversaient une eau absolument jaune et limoneuse, à la suite des exceptionnels orages du 2 septembre précédent; le même fait s'étant produit à Vaucluse en janvier 1895, il en résulte que plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de plateau calcaire ne suffisent pas à purifier toujours les infiltrations salies.

» Dans la Dordogne, un grand nombre de soi-disant *sources* ne sont que des réapparitions d'absorptions partielles, de *captures,* opérées en amont, comme les *Bouillidons-des-Fonts* sur la *Côle,* à la Chapelle-Faucher, ou même d'une vallée à l'autre, comme au *Gour-saint-Vincent.* Par les crevasses du calcaire, les contaminations d'amont sont copieusement véhiculées vers ces résurgences.

» En Charente, j'ai relevé (octobre 1901) trois faits déplorables :

» 1° Un cimetière tout neuf vient d'être établi à 400^m au nord de la magnifique sortie de la *Touvre,* en plein calcaire jurassique.

» 2° A Chef-Boutonne (Deux-Sèvres) également, deux cimetières ont été créés, postérieurement à 1850, à quelques hectomètres en amont et à quelques mètres au-dessus du niveau de la résurgence de la *Boutonne,* qui draine souterrainement tout un plateau de jurassique callovien et bathonien.

» 3° A Ruffec, la source (?) du *Lien* ramène au jour les eaux de la Péruse, perdue à 5^{km} au nord-ouest ; ses eaux, comme à Sauve, passent sous le plateau callovien-bathonien, épais de 20^m seulement, qui porte la ville; il est vrai, d'après une obligeante communication de M. G. Chauvet, que le *Lien* n'est plus utilisé que par le chemin de fer.

» A Niort (Deux-Sèvres), la grande source du jardin des plantes est captée et élevée dans toute la ville ; elle sort d'une falaise jurassique, haute de 30^m seulement, sur laquelle, *immédiatement au-dessus de la fontaine,* est construit l'immense quartier de cavalerie Duguesclin. Dans quelles conditions le sous-sol est-il protégé contre les infiltrations diverses de cette caserne ?

» Dans la Marne, la source (?) de Vertus, qui jaillit du pied de la falaise crétacée, est, depuis des siècles, captée sous le chevet même de l'église, en contre-bas d'une partie de la ville.

» A Soulaines (Aube), une puissante résurgence se trouble, après toutes les pluies, en aval de grandes cultures et du petit gouffre de la *Fosse-Cormont.*

» Je pourrais allonger cette nomenclature, qui se passe de commentaires, et qui montre suffisamment ce qu'il reste à faire en France pour diminuer la fréquence et les ravages des épidémies causées par les eaux. »

AÉROSTATION. — *Sur un projet de traversée du Sahara par ballon non monté.* Note de M. **Deburaux**, présentée par M. Marey [1].

« Avant de tenter la traversée du Sahara au moyen d'un aérostat monté par quatre ou cinq aéronautes, et par conséquent de gros volume, expérience qui coûterait environ 300000^{fr}, les promoteurs de l'entreprise vont essayer de faire exécuter cette même traversée à un ballon *non monté*, expérience qui coûtera de 15000^{fr} à 20000^{fr} seulement.

» Cet aérostat non monté est muni d'un équilibreur et de délesteurs automatiques, remplaçant terme à terme l'aéronaute absent de son bord. L'équilibreur est le guide-rope lourd rigide en acier (de 500^{kg} pour un ballon de 3000^{mc}); le délesteur automatique est une caisse à eau contenant 2400^{kg} de lest-eau, munie d'un appareil extrêmement simple et robuste, qui, si l'aérostat s'approche à moins de 50^{m} du sol, jette automatiquement 70^{kg} de lest en une demi-minute.

» L'aérostat est muni d'un ballonnet à air automatique.

» Il résulte des expériences préalables faites en France (6 ascensions en ballons libres, dont 3 d'une durée de plus de 24 heures) que le système équilibreur réduit à peu près les pertes de force ascensionnelle aux fuites de gaz à travers l'enveloppe du ballon. En supposant les conditions les plus défavorables, le ballon demeurera donc au moins 12 jours en l'air.

» Il résulte des rapports des explorateurs du Sahara, tous unanimes sur ce point, que les vents alizés, vents du nord-nord-est, soufflent avec une absolue constance d'octobre à avril chaque année au-dessus du Sahara central, avec beau temps fixe. Ils entraîneront l'aérostat guide-ropant à la vitesse moyenne de 20^{km} à l'heure. L'aérostat franchira donc 480^{km} par 24 heures. La distance de Gabès au Niger étant de 2300^{km}, il traversera le Sahara français en 5 jours.

» S'il naufrage en route, il aura en tout cas été vu par les nomades du désert : son passage constituant pour eux un phénomène extraordinaire,

---

(1) Dans six études antérieures, M. Deburaux a exposé ses théories et expériences de navigation aérienne au long-cours, par la méthode du guide-rope lourd qui pourrait permettre à un aérostat de traverser le Sahara de Tunisie au Niger en se laissant entraîner par les vents alizés. M. de Castillon de Saint-Victor veut mettre à exécution ce projet.

ils en colporteront la nouvelle, ce qui permettra de se faire tout au moins une idée du parcours effectué par cet aérostat et peut-être de retrouver son épave et les appareils enregistreurs dont il aura été pourvu au départ. »

M. **Fr. Meurisse** adresse une Note relative à un nouveau manipulateur pour le télégraphe Morse.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **A. Girard** adresse un complément à son précédent Mémoire (10 août 1901), sur un nouveau moyen d'élévation dans l'air.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 9 décembre 1901.)

Note de M. *Deslandres,* Méthode permettant de déterminer la vitesse propre des ballons dirigeables :

Page 994, ligne 10, *on lit :* La vitesse du vent ainsi calculée est en accord avec la hauteur de 120^m atteinte par le ballon. *Au lieu de* 120^m, *lisez* 220^m.